Untersuchungen über die

Normalwerte der Vitalkapazität

Günther Parrisius

1961

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555223_0045

AUS DER
MEDIZINISCHEN POLIKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. W. Seitz

Untersuchungen über die Normalwerte der Vitalkapazität

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Günther Parrisius
aus Essen

München 1961

A. Schubert, München 5, Cornelliusstr. 21 · Telefon 221777

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. N. ZÖLLNER
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. W. SEITZ
Dekan:	Prof. Dr. Dr. H. EYER

Tag der mündlichen Prüfung: 10. 1. 1961

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG

Grundsätzliches zur Aufstellung von Normalwerten (Vergleichspersonenkreis; Definition von Maximal- und Optimalwerten)

II. APPARATUR UND METHODIK

III. DIE AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE UND DIE BETRACHTUNG DER VERSCHIEDENEN BEZUGSGRÖSSEN DER NORM

IV. VERSUCH DER AUFSTELLUNG EINES NORMOGRAMMES ZUR ABLESUNG DER VITALKAPAZITÄT.

V. LITERATURÜBERSICHT

VI. VERGLEICH VON VK-WERTEN VERSCHIEDENER AUTOREN

VII. ZUSAMMENFASSUNG

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

IX. TABELLEN UND ABBILDUNGEN

Die Frage nach der Funktionsdiagnostik der Atmung ist in neuerer Zeit besonders im Hinblick auf die Beurteilung einer Gruppe von Berufskrankheiten, den Pneumokoniosen von größtem Interesse. Man ist um Untersuchungsmethoden bemüht, die eine möglichst genaue Beurteilung der Lungenfunktion gestatten.

Die ersten Versuche der Lungenfunktionsprüfungen mittels der Spirometrie reichen in ihren Anfängen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Schon 1846 führte HUTCHINSON (23) die Spirometrie ein. Diese Untersuchungen waren rein quantitativ. Man berücksichtigte zur Feststellung der Lungenvolumina die Lage, die Körperlänge, das Brustkorbvolumen und das Alter. Die Ergebnisse der Untersuchungen fanden dann ihren Niederschlag in der Feststellung der VITAL-KAPAZITÄT, derjenigen Luftmenge, die von der maximalen Inspiration bis zur maximalen Exspiration gefördert wird.

Seither sind durch Weiterentwicklung der spirometrischen Methoden und der Apparaturen entscheidende Verfeinerungen und ein großer Fortschritt in der Lungenfunktionsdiagnostik erzielt worden. Eine Vielzahl an Atemtesten wurde entwickelt. Und wie sehr diese an Wichtigkeit für die Diagnose der Lungenkrankheiten zunehmen, ist am Beispiel des Atemgrenzwertes beschrieben worden (ZÖLLNER, N., 42).

Vorbedingung zur Beurteilung der Frage nach krankhafter Funktionsminderung der Lungen ist, möglichst genaue Normal- und Sollwerte zum Vergleich heranziehen zu können, um überhaupt eine Einschränkung der Atemtätigkeit beweisen zu können.

Von Autoren des Aus- und Inlandes sind diese grundsätzlichen Voraussetzungen - die Erarbeitung von Soll- und Normwerten - beschrieben worden. Jedoch zeigt es sich, daß die Normalwerte der einzelnen Lungenvolumina bei den verschiedenen Autoren zum Teil erheblichen Schwankungen unterworfen sind.

Dabei handelt es sich in dieser Arbeit um die Betrachtung der Vitalkapazität.

Vor der Aufstellung solcher Normalwerte ist es notwendig, zunächst einige grundsätzliche Begriffe zu erörtern und zu definieren. Die größte Schwierigkeit bei derartigen Untersuchungen bietet die Zusammenstellung des Personenkreises, der zum Vergleich herangezogen werden soll. Im Idealfalle muß man Personen unter den gleichen Bedingungen untersuchen, die gesund, gleichen Alters, gleichen Geschlechtes und gleicher Statur sind, wobei die Statur oder körperliche Konstitution eine besondere Rolle spielt.

Weiterhin ist gerade bei den Lungenfunktionsprüfungen von großer Be-

deutung der Faktor des Atemtrainings. Das heißt, die Probanden, die zu solchen Untersuchungen herangezogen werden, dürfen weder übertrainiert durch ausgesprochen sportliche Tätigkeit (Schwimmer) oder durch berufliche Beanspruchung (Bläser), noch untertrainiert sein, etwa durch langdauernde Bettlägerigkeit. Man muß bestrebt sein, den durchschnittlich trainierten "Mann von der Straße" zu untersuchen. Daß diese Personen natürlich lungengesund sein müssen, ist selbstverständlich.

Allerdings muß man sich darüber im Klaren sein, daß man bei der Begutachtung des Grades einer Atemfunktionseinschränkung, nicht generell einer solchen Untersuchungsreihe den Vergleichswert entnehmen kann, sondern den individuellen Zustand der Lungen vor der Erkrankung in Rechnung ziehen muß. So kann z. B. ein berufsmäßiger Trompeter, der einst eine optimale VK von 7000 ccm hatte, eine Einschränkung von etwa 2500 ccm erleiden, ohne daß er damit unter den Bereich der Norm fallen würde, wenn man ihn mit einem wie oben beschriebenen Vergleichspersonenkreis vergleichen würde. Derartige Fälle bedürfen gesonderter Betrachtung.

Hier kam es also darauf an, optimale Werte, also ausgefallene Höchstleistungen Einzelner genauso auszuschließen, wie solche untertrainierter Personen. Es wurden bei diesen Versuchen nur maximale Werte durchschnittlich trainierter Probanden verwandt.

Diese Maximalwerte zu erhalten bietet eine nicht unerhebliche Schwierigkeit deshalb, weil die Untersuchungen zum großen Teil vom Willen der Probanden abhängig sind. Es ist jedoch gelungen, durch Erfahrung Unterschiede in den Ergebnissen zu erkennen, die durch mangelnden Willen, oder durch echte Leistungsschwäche bedingt waren. Auf Grund der verschiedenen Untersuchungsweisen und der Form der erhaltenen Kurven ließen sich solche Mängel weitgehend abstellen.

Bei diesen Untersuchungen kam es also darauf an, zunächst Maximalwerte durchschnittlich trainierter, lungengesunder Personen durch die Altersgruppen von 20 bis 70 Jahren zu erhalten. Da es unmöglich ist, einen idealen Vergleichspersonenkreis zu finden, war es das Nächste, aus diesen Maximalwerten die Soll- und Normalwerte durch Berechnung zu ermitteln. Zu den hier vorliegenden Versuchen wurden in der Hauptsache Ärzte, Studenten und solche Personen herangezogen, die durch ihre Tätigkeit allgemein als durchschnittlich trainiert gelten dürften, und die zur Zeit der Untersuchung ganz gesund waren.

VITALKAPAZITÄT

Apparatur und Methodik

Zu den hier vorliegenden Volumenbestimmungen wurde der in dem Staublungenlabor der Med. Poliklinik München benutzte Spirometer (Pulmotest der Firma Godard, Holland) verwandt, der ein geschlossenes 2-Glockensystem zur Messung der Atemvolumina darstellt.

Alle Versuche wurden im Liegen durchgeführt. Die Ein- und Ausatmung wurde ohne Hast, aber in einer einzigen zügigen Atembewegung durchgeführt, die weder durch Anhalten der Luft, noch durch ein Neuansetzen unterbrochen werden durfte. Es wurde darauf geachtet, daß die gesamte Atemmuskulatur in Anspruch genommen wurde (Thorakal als auch abdominal). Die Einatmung wurde durch eine dorsale Extension, die Ausatmung durch ein Vorwärtsbeugen unterstützt. Der Untersucher achtete darauf, daß die aufgetragenen Bewegungen auch tatsächlich ausgeführt wurden,und kontrollierte unter Ermutigung und Ansprache der Probanden ständig den Verlauf der Kurve, im Auge behaltend und mit anderen Kurven vergleichend, ob eine maximale Ein- und Ausatmung erfolgte.

Schon durch eine kritische Betrachtung des Kurvenverlaufes lassen sich Rückschlüsse auf die ordentliche Mitarbeit des Probanden ziehen. Ein ordnungsgemäßer Kurvenverlauf weist am Ende jeder Ein- und Ausatmung eine progressive Abrundung auf,und die Kurve darf in keiner Phase ihres Verlaufes Unterbrechungen aufweisen. Zu feine Spitzen, geradliniger oder gezackter Verlauf an den Wendepunkten der Atemphasen deuten auf fehlerhafte Ausführung des Versuches hin. Weiter müssen bei Vergleichsmessungen die Atembewegungen in der gleichen Zeit durchgeführt werden.

Mit welcher Sorgfalt auch die Untersuchungen durchgeführt werden mögen, so ist es doch sehr selten, daß eine Person bereits beim ersten Versuch wirklich ihre Vitalkapazität erreicht. Daher wurde so vorgegangen, daß bei jedem Probanden alle einzelnen Atemfraktionen nacheinander bestimmt wurden. Zuerst wurde das exspiratorische Reservevolumen mit anschließend maximaler Inspiration gemessen. Das ist die Luftmenge, die von normaler Inspirationsstellung bis zur maximalen Exspiration gefördert wird.

Danach wurde die inspiratorische Kapazität (normale Exspirationsstellung bis maximale Inspiration) mit anschließender Vitalkapazität (exspiratorisch) gemessen.

Beide Versuche wurden je so oft wiederholt, bis man die Gewähr der größtmöglichen Mitarbeit der Probanden durch den Vergleich der Kurven miteinander hatte, indem nämlich immer mindestens drei Kurven in Verlauf und Amplitude miteinander übereinstimmten. (S. Abb. 1 a).

Aus dieser Art der Untersuchung ergeben sich drei Möglichkeiten für die Ermittlung der Vitalkapazität:

1. Die Berechnung aus der Summe der inspiratorischen Kapazität des zweiten Versuches und des exspiratorischen Reservevolumens, das im ersten Versuch bestimmt wurde.

2. Das direkte Maß der exspiratorischen Vitalkapazität (2. Versuch).

3. Das direkte Maß der inspiratorischen Vitalkapazität (1. Versuch).

Die erste Möglichkeit, die Addition der beiden Komponenten, wurde ausgeschlossen, da sich zwischen den Versuchen die Atemmittellage verändern konnte und sich dadurch eine Fehlerquelle ergeben hätte. Da es allgemein üblich ist, daß man unter der Vitalkapazität den exspiratorischen Wert versteht, wurde bei diesen Betrachtungen ebenfalls auf diesen Wert Bezug genommen.

So sind alle erhaltenen Werte aus dem 2. Versuch durch das direkte Maß entnommen. Dennoch ist es nicht müßig, zuvor den ersten Versuch in der oben geschilderten Art durchzuführen, wenn man die Vitalkapazität bestimmen will, einmal um Vergleichswerte zu erhalten, an denen man die maximale Mitarbeit der Probanden erkennen kann, zum anderen, um den Probanden überhaupt erst - trotz seines guten Willens - zu seinem größtmöglichen Wert zu bringen.

Die erhaltenen Werte finden sich auf der Tabelle zusammengestellt.

Bei diesen Werten handelt es sich nun um die einzeln bestimmten Maximalwerte, die natürlich einer bestimmten Streuung unterliegen. Wie bei allen klinischen Untersuchungen ist zu berücksichtigen, daß es auch hier unmöglich ist, in den erhaltenen Werten absolute Größen zu sehen. So muß man nun aus dem Streuungsbereich der Maximalwerte den Normalbereich errechnen, um daraus dann den Sollwert einer Person bestimmen zu können. Dieser Normalbereich schwankt im positiven und negativen Sinne um einen bestimmten Mittelwert und ist nach der Gauss'schen Kurve definiert als $\pm$ 2 Sigma. Das heißt, alles was rechts und links innerhalb dieser $\pm$ 2 Sigmagrenze vom Mittelwert liegt, kann in den Bereich der Norm eingegliedert werden.

Am Beispiel des Grundumsatzes erläutert hieße das:
Als Mittelwert der Norm wird 100 % angenommen. Ergebnisse bis zu den Werten $\pm$ 12 % gehören jedoch in den Bereich des Normalen. Beim Grundumsatz ist also die $\pm$ 2 Sigmagrenze mit $\pm$ 12 % festgesetzt. Das heißt alle Werte innerhalb dieser Grenzwerte liegen im Normalbereich. Es versteht sich, daß bei einer Untersuchung dieser Art der Normalbereich sehr stark abhängig ist von den einbezogenen Höchstwerten. Um diesen Bereich nun so klein wie möglich zu erhalten, war es notwendig, die oben näher erläuterten Optimalwerte genau so zu eliminieren wie die Minimalwerte.

Bevor man bei den Lungenvolumenmessungen zu einem Normalwert gelangen kann, erhebt sich nun die schwierige Frage nach dem Bezugssystem der Norm.

Mehrfach ist in der Literatur die Frage erörtert worden. Und es wurden verschiedene Größen von den einzelnen Autoren als Bezugsgröße gewählt. So stellte

West Versuche über die VK an und setzte seine Ergebnisse in Beziehung zur Körperoberfläche. ANTHONY bezog seine Ergebnisse auf den Grundumsatz seiner Probanden.

COURNAND setzte seine Werte zur Körperlänge in Beziehung. Aus Ermittlungen, die die "Arbeitsgemeinschaft für respiratorische Funktion der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl" anstellte, ergab sich das rationelle Gesetz: $VK = k \times T^3$ (T = Körperlänge, k = ein Koeffizient, abhängig von den Maßeinheiten von der Morphologie einer Person, vom Geschlecht, vom Alter und von den technischen Besonderheiten eines Labors, an dem die Messungen vorgenommen werden.

Bei einem Vergleich der Normalwerte dieser Autoren lassen sich erhebliche Schwankungen aufzeichnen. Die Verschiedenheit der Ergebnisse sind zweifellos darauf zurückzuführen, daß jedesmal eine andere Bezugsgröße gewählt wurde.

Im Folgenden sollen nun anhand von graphischen Darstellungen die einzelnen Bezugsgrößen erörtert werden.

AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE UND DIE BETRACHTUNG DER VERSCHIEDENEN BEZUGSGRÖSSEN

Bei der Auswertung der hier gewonnenen Ergebnisse wurde so vorgegangen, daß nacheinander die verschiedenen Bezugsgrößen zur Vitalkapazität in einem Koordinatensystem in Beziehung gesetzt wurden.

Abbildung 1: Die Beziehung zwischen Gewicht und VK:
Die Darstellung zeigt auf der Ordinate die VK und auf der Abszisse das Gewicht aufgetragen, das zwischen diesen beiden Größen keine Beziehung zu erkennen ist. Die Werte liegen regellos in den einzelnen Gewichtsgruppen verstreut. Mit zunehmendem Gewicht läßt sich weder eine Vergrößerung noch eine Verringerung der Vitalkapazität erkennen. Es war auch nicht zu erwarten, daß das Gewicht bei ausgewachsenen Personen eine entscheidende Rolle bei deren Größe der VK spielen könnte. Das Lungenvolumen steht in keinem Verhältnis zum Gewicht einer Person.

Abbildung 2: Die Beziehung zwischen VK und Körperoberfläche:
Auch auf dieser Darstellung zeigt sich keinerlei Beziehung, obwohl bei dieser Betrachtung bereits eine dritte Größe, die Körperlänge mit einbezogen wurde. (Die Körperoberfläche wurde aus dem Normogramm nach der Formel von DUBOIS aus Größe und Gewicht bestimmt). Eine sinnvolle Beziehung war auch hier nicht zu erwarten, da das Gewicht bei der Bestimmung der Körperoberfläche eine zu große Rolle spielt, und wie aus der ersten Darstellung ersichtlich, keinen Anhalt zu irgendwelchen Beziehungen gibt.

Abbildung 3: Die Beziehung zwischen dem Quotienten VK/Gewicht und Alter:

Auf dieser Darstellung nun zeigt sich bereits eine deutliche Beziehung. Der Quotient aus VK und Gewicht wird mit zunehmendem Alter kleiner. Da aber hierdurch keine Einengung des Streuungsbereiches erzielt wurde, ist diese Betrachtung zur Aufstellung von einem Normalbereich nicht ausreichend.

Abbildung 4: Die Beziehung zwischen dem Quotienten VK/KO und Alter:

Ebenso wie die vorige Darstellung zeigt dieser Versuch wohl eine Abhängigkeit des Quotienten zum Alter, aber den Streuungsbereich einzuengen zeigte keinen Erfolg. Der Quotient aus VK und KO wird mit zunehmendem Alter kleiner.

In all den bisherigen Darstellungen ist das Gewicht bei den Bezugsgrößen mit einbezogen. Auf Grund der Tatsache jedoch, daß es gar keine erkennbare Beziehung zur VK zeigt, muß es von nun an aus der Betrachtung als fehlerhafte Variable ausgeschlossen werden.

Abbildung 5: Die Beziehung zwischen VK und Alter:

Daß eine deutliche Beziehung zwischen Alter und VK besteht, ging schon aus den bisherigen Darstellungen hervor. Es zeigt sich eine Abnahme der VK mit zunehmendem Alter. Dieses Ergebnis war nach den funktionellen Gesetzen des Lebens zu erwarten.

Durch Mittelung der Werte in den einzelnen Altersgruppen (20 - 30; 30 - 40; 40 - 50; 50 - 60 Jahre) und Verbindung der erhaltenen Punkte, wurde die Mittelgerade erhalten. Bei dieser Betrachtung ist jedoch der Streuungsbereich auch noch nicht eingeengt. Und da, wie aus der nächsten Abbildung hervorgeht, die Körperlänge ebenfalls eine entscheidende Rolle für die Größe der VK spielt, müssen beide Größen gleichzeitig in Bezug gesetzt werden.

Abbildung 6: Die Beziehung zwischen VK und Körperlänge:

Wie es zu erwarten war zeigt sich auf dieser Darstellung, daß die VK mit der Körperlänge zunimmt. Auch hier wurde die Mittelkurve durch Mittelung der Werte innerhalb der verschiedenen Größengruppen (1,62 - 1,70; 1,71 - 1,73; 1,74 - 1,77; 1,78 - 1,82 m) und Verbindung der entsprechenden Punkte gewonnen.

Als die beiden wichtigsten Bezugsgrößen stellen sich nach den Abbildungen nun also die Körperlänge und das Alter einer Person dar. Da auf den Abbildungen 5 und 6 jeweils eine der beiden Größen unberücksichtigt blieb, wurden in den nächsten Darstellungen das Alter und die Größe in die oben genannten Gruppen zerlegt und einzeln aufgetragen.

Abbildung 7: zeigt zuvor den Streuungsbereich einzuschränken durch die Beziehung des Quotienten VK/Größe und Alter:

Es ist ersichtlich, daß der Quotient mit zunehmendem Alter kleiner wird.

Abbildung 8 - 11: In diesen 4 Abbildungen wurden die Altersgruppen getrennt betrachtet und deren VK zur Körperlänge aufgetragen.

Wo es die Zahl der Punkte zuließ, in Abbildung 8 und 9, wurde die Mittelkurve errechnet und aufgetragen.

Abbildung 12 - 15: zeigen umgekehrt die Vitalkapazität der einzelnen Größengruppen aufgetragen zum Alter der Personen. Auch deren Mittelkurve wurde nach Errechnung eingetragen.

Auf diese Weise nun gelang es eine weitgehende Einschränkung des Streuungsbereiches zu erzielen.

Nun ergibt sich bei einem Vergleich der Mittelkurven der Abbildungen 12, 13, 15, daß die Neigung der Mittelkurven auf Abbildung 13 und 15 annähernd gleich ist, während die auf Abbildung 12 etwas steiler verläuft. Die Neigung der Kurven gibt den Abfall der VK mit zunehmendem Alter innerhalb der einzelnen Größengruppen an. Um nun den Abfall der VK im Laufe der Jahre möglichst genau auszudrücken, wurde die Neigung der drei Kurven im Verlaufe von 20 Jahren gemittelt. Durch die Bestimmung des Tangens erhält man auf Abbildung 12 nach 20 Jahren einen Abfall von 880 ccm, auf Abbildung 13 einen Abfall von 560 ccm innerhalb von 20 Jahren. Nimmt man als mittlere VK, berechnet aus den Kurven 12, 13, 15 bei einer Person mit 30 Jahren 5470 ccm an, so ergibt sich daraus eine mittlere Abfallsrate der VK von 12,45 % in 20 Jahren. Das würde heißen, daß die Vitalkapazität pro Jahr um 0,62 % abnimmt.

Geht man nun von der Voraussetzung aus, daß dieser Abfall der VK bei einer Person mit 20 Jahren beginnt, so ist es möglich, durch die Messung der VK einer Person in beliebigem Alter durch Einbeziehung der mittleren Abfallrate die theoretische Größe der VK der gleichen Person mit 20 Jahren zu errechnen.

Beispielsweise berechnete sich der Wert für eine Person von 40 Jahren folgendermaßen:

$$VK_{20} = \frac{100 \times VK_{ist}}{100 - (\frac{12,45}{20} \times 20)} = VK_{ist} \frac{100}{87,55}$$

So läßt sich für jedes Alter ein Faktor berechnen aus dem Begri

$$\frac{100}{100 - 0,62 \times a}$$; (a = Jahresdifferenz zwischen 20 und Ist - Alter)

Mit diesem Faktor ist die VK einer Person zu multiplizieren, um seine VK_{20} zu erhalten.

Abbildung 16: zeigt die Beziehung von VK_{20} (die Werte wurden rechnerisch aus der gemessenen Ist-VK jeder einzelnen Person ermittelt) zur Körperlänge. Aus dieser Darstellung ergibt sich, bei einem Größenunterschied von 10 cm eine Differenz der VK von 910 ccm bei 20jährigen Personen.

Diese beiden Erkenntnisse, daß die Vitalkapazität pro Jahr um 0,62 % abfällt (das Alter von 20 Jahren als Beginn gerechnet) und, daß die Vitalkapazität pro Zentimeter Körperlängenzunahme um 91 ccm zunimmt, lassen sich nun verwenden zur Aufstellung eines Normogrammes, aus dem man den Sollwert der VK einer Person ablesen kann, in seiner Abhängigkeit von der Größe und dem Alter dieser Person.

Abbildung 17: zeigt ein solches Normogramm.
Dabei wurde so vorgegangen, daß auf der Ordinate die VK aufgetragen wurde, auf der Abszisse das Alter, im Nullpunkt begonnen mit 20 Jahren. Da jedem VK-Wert eine entsprechende Körperlänge zugeordnet ist, kann man nun die entsprechenden Längen für die VK_{20} zur ccm - Einteilung der Ordinate zuordnen. Da sich aus dem Vorangegangenen ein prozentualer Abfall der VK pro Jahr von 0,62 % ergeben hat, und die VK eines 20jährigen Menschen als Maximalwert, also 100 % angenommen werden kann, wäre theoretisch bei 161,3 (ca. 160) Lebensjahren die VK für jede Körperlänge auf 0 ccm abgesunken. Im Diagramm zeigt sich das durch ein Strahlenbündel, das bei dem der jeweiligen Körperlänge zugeordnetem VK-Wert beginnt und auf der Abszisse bei 160 Jahren endet. Kennt man also Lebensalter und Größe, kann man sofort im Normogramm den VK-Wert ablesen, den dieser Mensch nach den hier vorgenommenen Untersuchungen und Berechnungen haben müßte.

Inwieweit nun Meßwerte von aufgestellten Normalwerten abweichen können, ehe man pathologischen Werten sprechen kann, ist mehrfach in der Literatur erörtert worden und wurde hier nicht untersucht. ANTHONY (1, 3, 4), HURTADO (19) und FRAY (19) fanden, daß eine Abweichung spirometrisch gefundener Meßwerte von den Sollwerten von 10 bis 25 % noch in dem Bereich der Norm liegt. Als Ursache dafür wurde die unterschiedliche Berufsausübung, der Faktor des Trainings angegeben.

DREYER (17) stellte fest, daß Tischler und Schumacher eine durchschnittlich um 15 % kleinere VK haben als Sportsleute und Schwerarbeiter.

In der gleichen Richtung stellten MYERS und CADY (29) Untersuchungen an. Sie stellten fest, daß Männer im Alter von 66 - 89 Jahren den Sollwert ihrer VK besser erreichen, wenn sie ausgiebiger Bewegung ausgesetzt waren, als wenn sie eine hauptsächlich sitzende Lebensweise führten. KUECHMEISTER (26) weist darauf hin, daß die VK erst von Bedeutung wird, wenn sie unter 1,5 - 1 Liter absinkt.

LITERATURÜBERSICHT

Wie bereits oben erwähnt, war es HUTCHINSON (23), der als erster Untersuchungen über die Lungenvolumina niederschrieb und die klassische Einteilung der Atemvolumina machte. Er fand heraus, daß die VK in einer bestimmten Relation zur Körperlänge steht. Eine Vielzahl von Autoren haben sich späterhin um Untersuchungen dieser Art bemüht. Und immer war die Frage des Bezugssystems der Norm im Vordergrund.

So fand FABIUS (18) eine gewisse Beziehung zwischen VK und dem Volumen des Rumpfes. Bei Untersuchungen von PEADBODY und WENTWORTH (31) wurden Körpergröße und Geschlecht berücksichtigt. LUNDSGAARD und v. SLYKE (27) und SCHIERBECK (28) machten den Versuch eine Beziehung zwischen Brustkorbmasse und den Atemvolumina zu sehen. Weiterhin fanden ARNOLD (40), RAINOFF (35) und JUNG (24) eine Beziehung der VK zum Brustumfang.

Die Körperoberfläche wurde von DREYER (17) und später von WEST ( ) zur Aufstellung von Normalwerten in Betracht gezogen.

ANTHONY (1, 3, 4) benutzte den Sollgrundumsatz einer Person als Bezugssystem der Norm bei Atemvolumenmessungen.

Andere Autoren, HURTADO (20), FRAY (20) und ROHRER (34) stellten vergleichende Messungen am Thoraxröntgenbild an, und errechneten daraus die Lungenvolumina. Auch wurde der Stellung des Zwerchfelles eine entscheidende Rolle beigemessen (BINGER und BROWN, 6). Die Anschauungen darüber, um wieviel die VK einer Person mit dem Alter pro Jahr abnimmt, gehen auseinander. Nach HUTCHINSON (23) nimmt die VK bis zum 30. Lebensjahr zu, um dann abzunehmen. CORNET (11) kam zu dem Schluß, daß die VK ab dem Alter von 35 Jahren um 30 ccm pro Jahr abnimmt.

PRATT (32) fand, daß die VK erst vom 40. bis 45. Lebensjahr an beginnt abzunehmen. BOWEN und PLATT (8) stellten eine schrittweise Abnahme der VK erst nach dem Alter von 50 Jahren fest. Aus einer Darstellung nach BOWEN und DUBOIS (7) ist ersichtlich, daß die VK zwischen dem Alter von 15 und 35 etwa gleichbleibt, und vom 35. Jahr an absinkt. Dagegen sprechen Untersuchungen von STEWART und SHEETS (37), die die VK bei Kindern untersuchten und eine Zunahme der VK bis zum 19. Lebensjahr verzeichneten. Da aus den in dieser Arbeit angestellten Untersuchungen hervorgeht, daß die VK bereits ab dem 20. Lebensjahr beginnt abzunehmen (Abb. 5), wurde der Beginn der VK-Abnahme hier auf dieses Alter festgesetzt.

Aus der Fülle der aufgestellten Formeln zur Berechnung der Vitalkapazität seien nur einige aufgezählt:

WEST: VK = H x 25 (H = Körperlänge)
MYERS: VK = G x 21,2 + 11,68 (G = Gewicht)
HEWLETT und
JACKSON: VK = 27 x G = 31,4 x H - 300
WEST: VK = KO x 2,5 (KO = Körperoberfläche)
ANTHONY: VK = GU x 2,3 (GU = Grundumsatz)
COURNAND: VK = (27,63 - 0,112 x Alter) x Länge
Arbeitsgemeinschaft für respiratorische Funktion:
VK = T^3 (T = Länge)

VERGLEICH DER IN DIESER ARBEIT ANGEGEBENEN WERTE DER VK MIT EINIGEN ANDEREN AUTOREN

Auf allen Abbildungen wo es möglich war und sinnvoll erschien, wurden vergleichsweise die Kurven eingezeichnet, die den Sollwerten der Cournand-Untersuchungen und der Arbeitsgemeinschaft für respiratorische Funktion entsprechen. In Abb. 6 wurden zusätzlich die Kurven, die sich aus den angegebenen Formeln von West und Hewlett and Jackson ergeben, eingetragen.

Dabei zeigt es sich, daß die Werte von Cournand, West und Hewlett und Jackson beträchtlich unter den Normalwerten liegen, die in dieser Arbeit aufgestellt wurden. Die Werte der Arbeitsgem. für respirat. Funktion liegen noch über diesen Werten.

Die Hauptursache dieser Unterschiede mag daran liegen, daß der Vergleichspersonenkreis, der bei den verschiedenen Autoren zugrunde lag, bei den Untersuchungen zu unterschiedlich gestaltet war. So stellte Cournand z. B. seine Messungen an Probanden an, die schon eine längere Zeit in der Klinik lagen und somit durch zu lange Bettlägerigkeit nicht in normal trainiertem Zustand waren, wodurch die Atemfunktion beeinträchtigt wurde. Außerdem spielen die Art der Untersuchung und die Methodik eine wesentliche Rolle. Ein Vergleich der Werte läßt sich auch insofern nur schlecht ausführen, weil die einzelnen Autoren verschiedene Bezugssysteme gewählt haben.

Diese Betrachtungen zeigen, daß eine zufriedenstellende Lösung der Frage nach den Soll-Werten der Vitalkapazität und ihrem Normalbereich bisher nicht gefunden werden konnte.

Eine annähernde Lösung dieses Problems kann nur durch umfangreiche Untersuchungen an einem sehr großen Vergleichspersonenkreis unter den gleichen Bedingungen erziehlt werden, wie sie im Augenblick im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft für respiratorische Funktion durchgeführt werden. Wobei auch dabei durch die verschiedene Mitarbeit der Probanden und die Art der Untersuchung immer eine unbestimmbare Fehlerquelle in Kauf genommen werden muß.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde an 56 männlichen Probanden im Alter von 20 bis 72 Jahren, die in ihrer Lungenfunktion als durchschnittlich zu betrachten sind, die Vitalkapazität bestimmt. Anhand von graphischen Darstellungen wurden dann die Ergebnisse zu verschiedenen Bezugsgroßen in Beziehung gesetzt. Dabei zeigte sich, daß die Vitalkapazitat sowohl vom Alter als auch vom Gewicht einer Person abhängig ist. Die Einschränkung des Streuungsbereiches der Meßwerte wurde durch die getrennte Betrachtung der einzelnen Größen- und Altersgruppen erreicht. Aus den Berechnungen und Darstellungen geht hervor, daß die Vitalkapazität pro Jahr um 6,21 % abnimmt und pro cm Körperlängenzunahme um 91 ccm zunimmt. Es wurde angenommen, daß dieser Prozeß bei einer Person mit 20 Jahren beginnt.

Auf Grund dieser Ergebnisse war es dann möglich, ein Normogramm zur Ablesung von Soll-VK-Werten anzufertigen, aus dem man die Vitalkapazität einer Person ablesen kann, in der Abhängigkeit von dem Alter und der Größe dieser Person.

Dann wurde eine Literaturübersicht über Untersuchungen der Vitalkapazität gegeben und ein Vergleich mit einigen Untersuchungen anderer Autoren mit den in dieser Arbeit erhaltenen Normalwerten gezogen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Anthony, A. J.: Funktionsprüfung der Atmung. Leipzig 1937

2. Anthony, A. J.: Lungenvolumina und Thoraxgröße. Beitr. Klin. Tub., 83: 503, 1933

3. Anthony, A. J.: Methodisches und Grundsätzliches über die Gesamtkapazität der Lunge. Beitr. Klin. Tub. 95: 681, 1940

4. Anthony, A. J.: Untersuchungen über die Lungenvolumina und Lungenventilation. Dtsch. Arch. Klin. Med. 167: 1, 1930

5. Baldwin, E., Cournand, A., Dickinson, W., Richards, F.: Pulmonary insufficiency. Medicine 27: 243, 1948

6. Binger, C. A. L. und Brown, G. R.: Studies of the respiratory Mechanism in Lobar Pneumonia. A study of Lungvolume in Relation to the clinical Course of the Disease. Journ. Exper. Med. 39: 677, 1924

7. Bowen u. Dubois: Zit. nach Wissenschaftlichen Tabellen. Geigy, Basel 1953

8. Bowen, B. D. und Platt, D. H.: The relation of age and obesity to vital capacity. Arch. Int. Med. 31: 579, 1923

9. Bruce, T.: Die Silikose als Berufskrankheit. Iv. Spirometrische Untersuchungen. Acta Med. Scand. 129: 258, 1942

10. Brosch, A.: Die physikalische Funktionsprüfung der Atmung und ihre Bedeutung. Arch. f. path. Anatomie und Physiologie und f. klin. Medizin 135: 161

11. Cornet: Zit. nach Bruce, T (9)

12. Christie, R.: The Lung Volume and its Subdivisions. I. Methods of Measurments. Journ. clin. Invest. I: 1099, 1932

13. Comroe, J.: The Lung

14. Comroe, J.: Interpretation of commonly used pulmonary tests. Amer. Journ. of Med. X: 487, 1951

15. Cournand, A., Dickinson, W., Richarts, J., Dearling, F.: Graphik tracing of respiration in study of pulmonary disease. The Amer. rev. of Tub. XL: 487, 1939

16. Donders: Die Physiologie des Menschen.

17. Dreyer, J.: The normal Vital capicity in Man and its Relation to the Size of the Body. Lancet, II: 227,1919

18. Fabius: Zit. nach Lundsgaard und Schierbeck.

19. Hurtado, A. und Fray, W. W.: Studies of total pulmonary capacity and its subdivisions. I. Normal, absolut and relativevalues. Journ. of clin. invest. XII: 793, 1933.

20. Hurtado, A. u. Fray, W.: Studies of total pulmonary capacity and its subdivisions. II. Correlation with physical and radiological measurments. Journ. of clin. invest. XII: 807, 1933

21. Hurtado, A. u. Fray, W.: Studies of total pulmonary capacity and its subdivisions. III. Changes with body posture. Journ. of clin. invest. XII: 825, 1933

23. Hutchinson, J.: On the capacity of the lung. Med. Chir. Trans. 29: 139, 1846

24. Jung, R.: Körpermessung und Untersuchung der Gießener Studentenschaft. Z. Konst.lehre 12: 436, 1926

25. Kaltreider, Fray, v. Zile Hyde: The effect of age on the total pulmonary capacity and its subdivisions. Amer. rev. of Tub. 37: 662, 1938

26. Küchmeister: Klinische Funktionsdiagnostik. Thieme Verlag 1956

27. Lundsgaard, C. und v. Slyke, D.:
Studies of Lung Volume.
I. The relation between Thorax Size and Lungvolume.
Journ. exper. med. 27:65, 17

28. Lundsgaard, C. und Schierbeck, K.:
Untersuchungen über die Volumina der Lungen.
II. Die Verhältnisse zwischen den Brustmassen und den Volumina der Lungen.
Acta med. Scand. 58: 486, 1923

29. Myers, J. A. u. Cady, L. H.:
Studies on the respiratory organs in health and disease.
XVIII. The effect of senility on the vital capacity.
Amer. rev. tub. 9:57, 1924

30. Petry: Kritische Bewertung der spirometrischen Lungen- und Kreislaufprüfungen.
Med. wissenschaftl. Beiträge der Ruhrknappschaft.
2 : 1953

31. Peadbody, F. und Wentworth, J.:
Clinical studies of respiration.
IV. The vital capacity of the lungs and its relation to Dyspnoe.
Arch. Inter. Med. 20 : 443, 1917

32. Pratt, J. H.: Longcontinued observations on the vital capacity in health and heartdisease.
Amer. Journ. med. Sci. 164 : 819, 1922

33. Rahn, H., Fenn, N. O.:
Daili variations of vital capacity.
Journ. of applied physiologie 148/49, 725

34. Rohrer, F.: Der Zusammenhang der Atemkräfte und ihre Abhängigkeit vom Dehnungszustand der Atmungsorgane.
Pflügers Arch. 165 : 419, 1916

35. Rainoff, J.: Untersuchungen über das maximale Atemvolumen und seine Beziehungen zur Körpergröße, Körpergewicht, Brustumfang und Brustspielraum.
Z. Kost.lehre 13 : 531, 1928

36. Sendroy, J., Hiller, v. Slyke:
Determination of lung volume without forced breathing.
Journ. exper. med. 55 : 361, 1952

37. Steward und Sheets: Zit. nach Wissenschaftlichen Tabellen. Geigy, Basel, 1953

37 a. v. Slyke, Binger, P., Cal, M.: The determination of lungvolume without forced breathing. Journ. of exper. med. 37 : 457, 1923

38. Valentin: Lehrbuch der Physiologie Braunschw. 1847

39. Rossier, Bühlmann, Wiesinger: Physiologie und Pathophysiologie der Atmung.

40. Arnold, F.: Über die Atmungsgröße des Menschen. Heidelberg 1855

41. Arbeitsgemeinschaft für respiratorische Funktion. Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl: "Leitfaden für die praktische Durchführung der ventilatorischen Funktion durch die Spirographie." Luxemburg 1958

42. Zöllner, N.: Die Diagnostik häufiger Formen der Atmungsinsuffizienz mit einfachen spirometrischen Methoden. Dtsch. med. Wschr. 41, 42 : 1815, 1852, 1958.

	Alter	Größe	Gew.	KO	VK	% z.S.	VK_{20}	FRK	RV	% z.S.	TK
1. Walper, W.	18	173	68	1,82	5020	113		2330	1300	21	6320
2. Rupert, N.	19	176	74	1,90	5040			1940	1040		6190
3. Ehners, H.	19	174	60	1,72	5260			2730	1340		6900
4. Traune, L.	22	162	62	1,66	4310	106	4360	2080	1325	23	5665
5. Rank, J.	23	170	67	1,78	4720	100	4800	1680	1125	22	5345
6. Schlosser	23	178	85	2,04	5700	128	5800	2750	1660	23	7360
7. Himsel K.	23	174	58	1,70	5160	122	5250	3000	2540	33	7870
8. Straub, E.	23	181	66	1,86	6390	150	6500	2810	1700	26	6470
9. Hagen, M.	23	171	64	1,77	4570	104	4750	2050	1120	20	5690
10. Hertel, H.	23	182	73	1,94	6230	145	6340	2890	1900	22	8530
11. Kümmerl, K.	23	172	70	1,84	5340	106	5430	2220	1320		6670
12. Dreilich	24	192	81	2,11	6850	143	7030	3450	1760	21	8585
13. Pahl, I.	24	182	71	1,92	6500	143	6670	3720	2310	25	9450
14. Trepel, F.	24	176	66	1,82	5440	124	5588	3000	1790	25	7230
15. Schley, G.	24	179	69	1,88	5130	115	5260	3170	1590	22	7150
16. Eckert, E.	25	177	72	1,90	5180	118	5340	2510	1430	21	6950
17. Tüffers	25	180	75	1,95	5920	135	6110	2340	1600	75	8021
18. Bennew. K.	25	180	59	1,67	5280	118	5460	2870	1650	24	6930
19. Dinneb. H.	25	178	96	2,14	4100	93	4230	2770	2180	33	6280
20. Karini, M.	26	172	53	1,86	4890	112	5080	2910	1710	23	6740
21. Battista	27	166	60	1,67	4700	115	4910	2650	1510	24	6210
22. Rauch, R.	28	184	95	2,19	5720	120	6000	2530	1790	22	7510
23. Frings, H.	28	179	68	1,86	5030	113	5280	2910	1910	23	6940
24. Birnfeld	28	179	74	1,93	6500	148	6820	3060	2900	30	9400
25. Sack, F.	28	166	59	1,65	6080	149	6380	2820	1710	22	7940
26. Roll E.	29	168	54	1,61	4250	203	4500	2320	5430	22	1170

	Alter	Größe	Gew.	KO	VK	% z.S.	VK_{20}	FRK	RV	% z.S.	TK
27. Bauernf.	29	173	68	1,82	5000	119	5300	3120	1670	25	6670
28. Munde, G.	30	170	65	1,76	5190	121	5530	2750	1850	23	7040
29. Rauch, R.	31	184	94	2,18	5700	120	6120				
30. König,A.	33	175	80	1,96	4990	114	5430	2540	1290	26	6280
31. Hagn, H.	33	176	84	2,01	6120	129	6660	2850	1920	24	8150
32. Koschine	35	173	67	1,86	5230	128	5780	3089	1870	26	7190
33. Schnid, P.	35	167	67	1,75	4640	112	5120	2100	930	28	5570
34. Grünwald,	38	162	61	1,65	4260	110	4790	2560	1590	25	5570
35. Michelb. J.	39	162	65	1,70	4510	115	5100	2830	1150	28	6350
36. Nowy, H.	39	176	81	1,86	5190	120	5880	2610	1760	25	7010
37. Ermer, K.	39	167	71	1,80	5040	130	5360	2330	1620	24	6790
38. Lemmer, J.	39	176	81	1,98	5100	119	5780	3200	1550	23	6880
39. Kyriak, Z.	41	170	85	1,97	4540	115	5190	2480	1590	24	6530
40. Schröder, E.	42	192	119	2,48	5630	113	6520	2450	1920	27	7850
41. Vieweg, F.	44	167	80	1,97	4100	104	4840	2610	1610	25	6270
42. Bauer, F.	45	170	58	1,67	3540	92	4170	3460	2370	37	6280
43. Schwab, M.	46	176	80	1,97	5470	138	6520	2480	1760	22	8040
44. Bayer, A.	46	172	77	1,91	4750	120	5660	2380	1690	26	6540
45. Matasic	47	171	61	1,72	4640	121	5570	3969	1480	30	6840
46. Schmauz	48	169	61	1,70	3850	111	4670	3000	2080	30	6840
47. Mitterw. J.	49	171	68	1,80	4270	113	5210	3200	2310	32	6710
48. Engstenb.	49	160	62	1,65	4520	112	5510	2470	1780	28	5890

	Alter	Größe	Gew.	KO	VK	% z.S.	VK_{20}	FRK	RV	% z.S.	TK
49. Braun, W.	52	172	72	1,84	4070	102	5080	2670	1620	28	5890
50. Gros, J.	54	167	70	1,79	3160	88	4000	3390	2210	37	5930
51. Urban, K.	55	173	107	2,20	4330	94	5530	2790	2360	35	6690
52. Ebenst. G.	55	166	77	1,86	4500	126	5740	2180	1360	23	5860
53. Fock,	59	180	81	2,01	4470	118	5900				
54. Fischer, R.	59	172	87	2,01	4370	121	5760	2100	1550	25	6210
55. Günther, P.	62	168	72	1,82	3730	102	4980	2060	2960	32	6190
56. Walter	72	166	89	1,98	3910	120	5110	3120	2340	37	6250

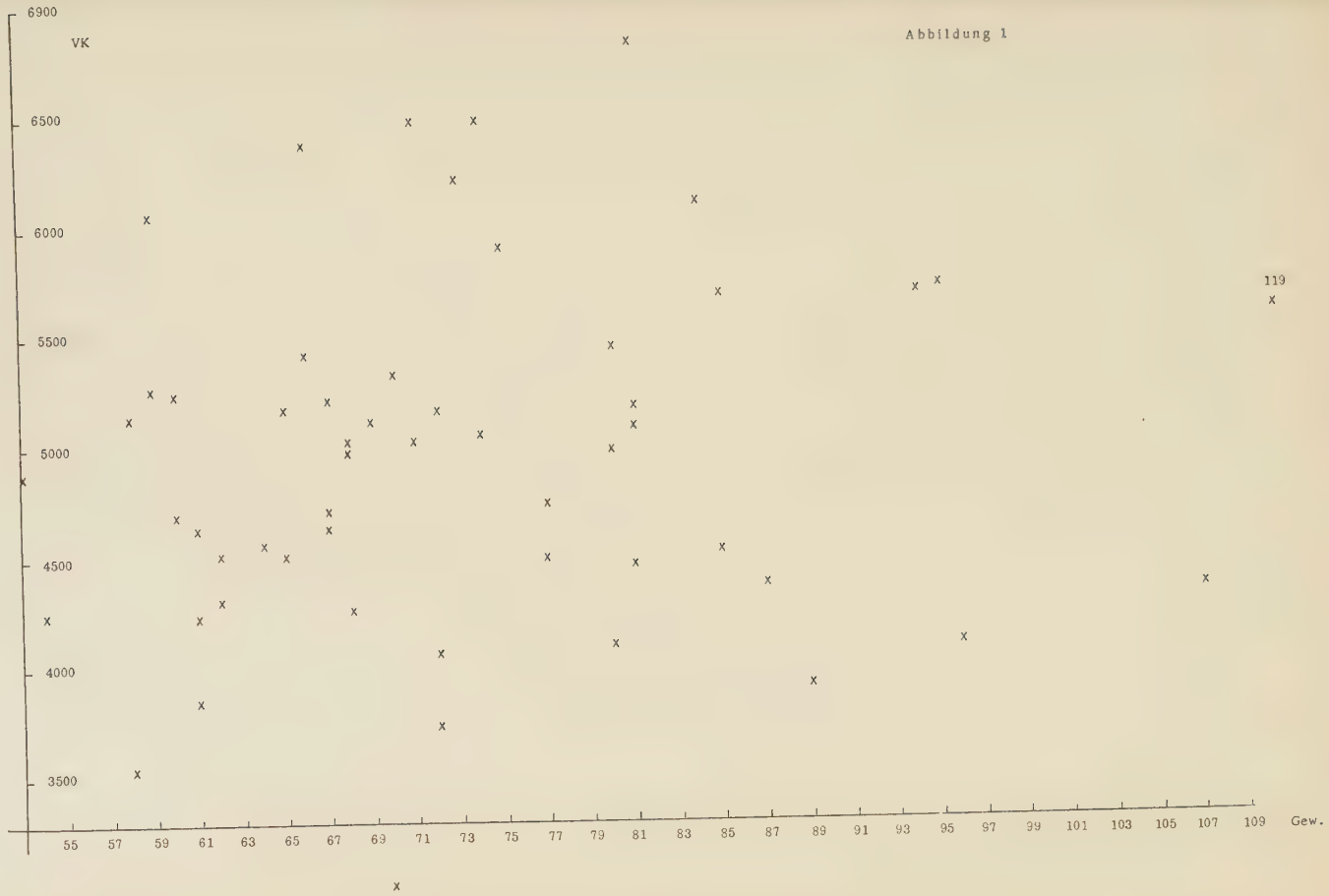
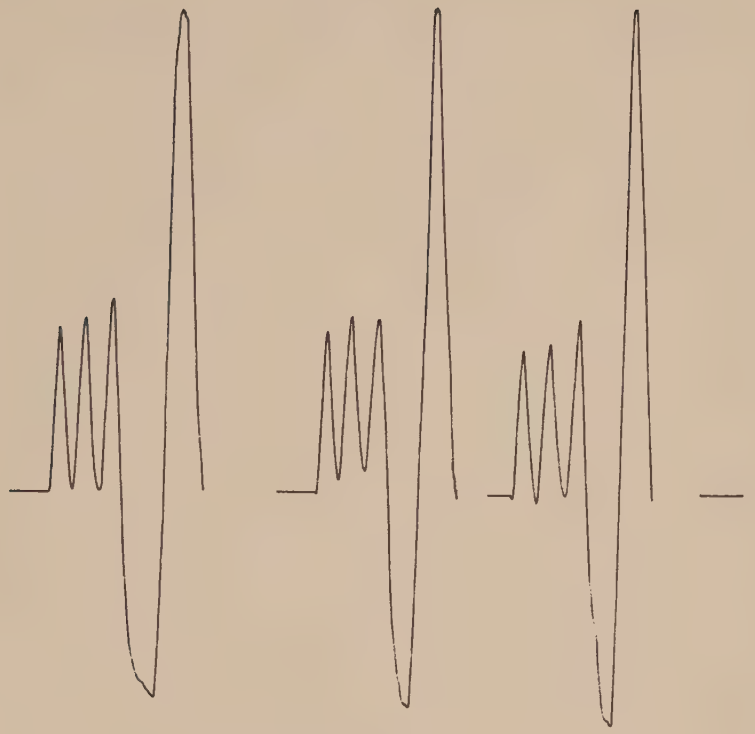
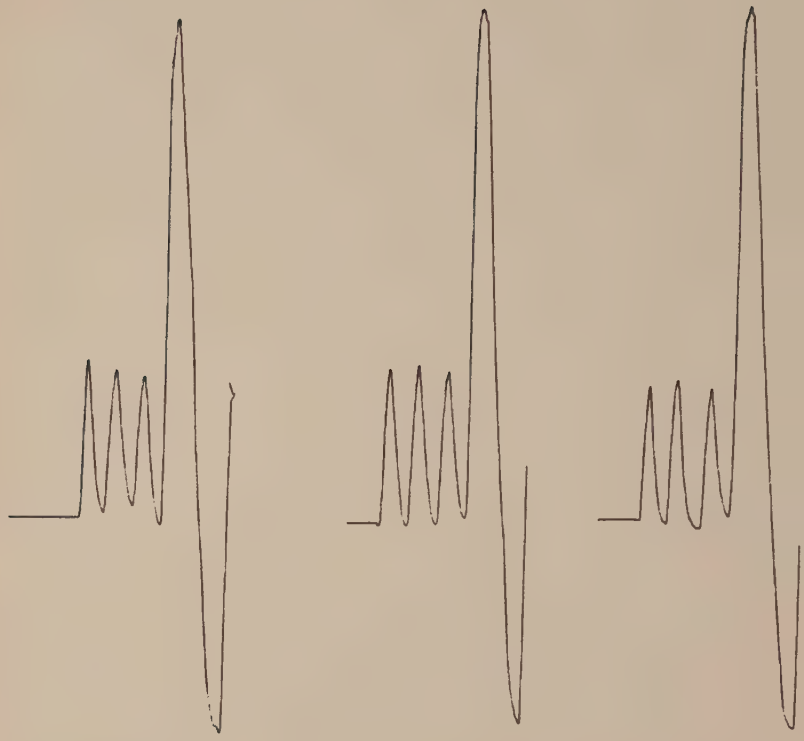


Abbildung 1
VK
6900
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
55 57 59 61 63 65 67 69 71 73 75 77 79 81 83 85 87 89 91 93 95 97 99 101 103 105 107 109
Gew.
119

Abbildung 1a



1. Bestimmung des exspiratorischen Reservevolumens



2. Bestimmung der Vitalkapazität

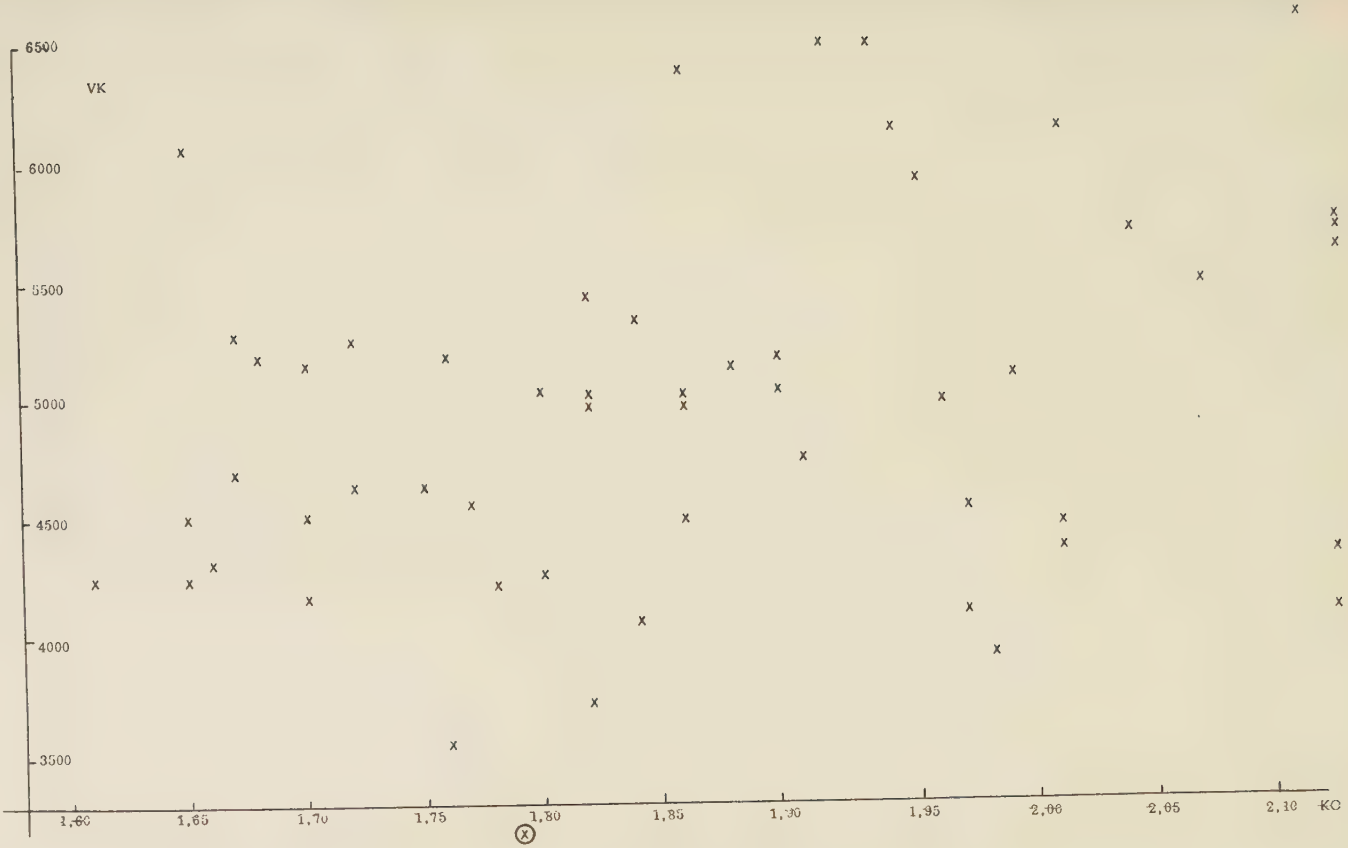

VK
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
1,60
1,65
1,70
1,75
1,80
1,85
1,90
1,95
2,00
2,05
2,10
KO

Abbildung 2

Abbildung 3

VK.Gew.
900
880
860
840
820
800
780
760
740
720
700
680
660
640
620
600
580
560
540
520
500
480
460
440
420
400
18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70
Alter

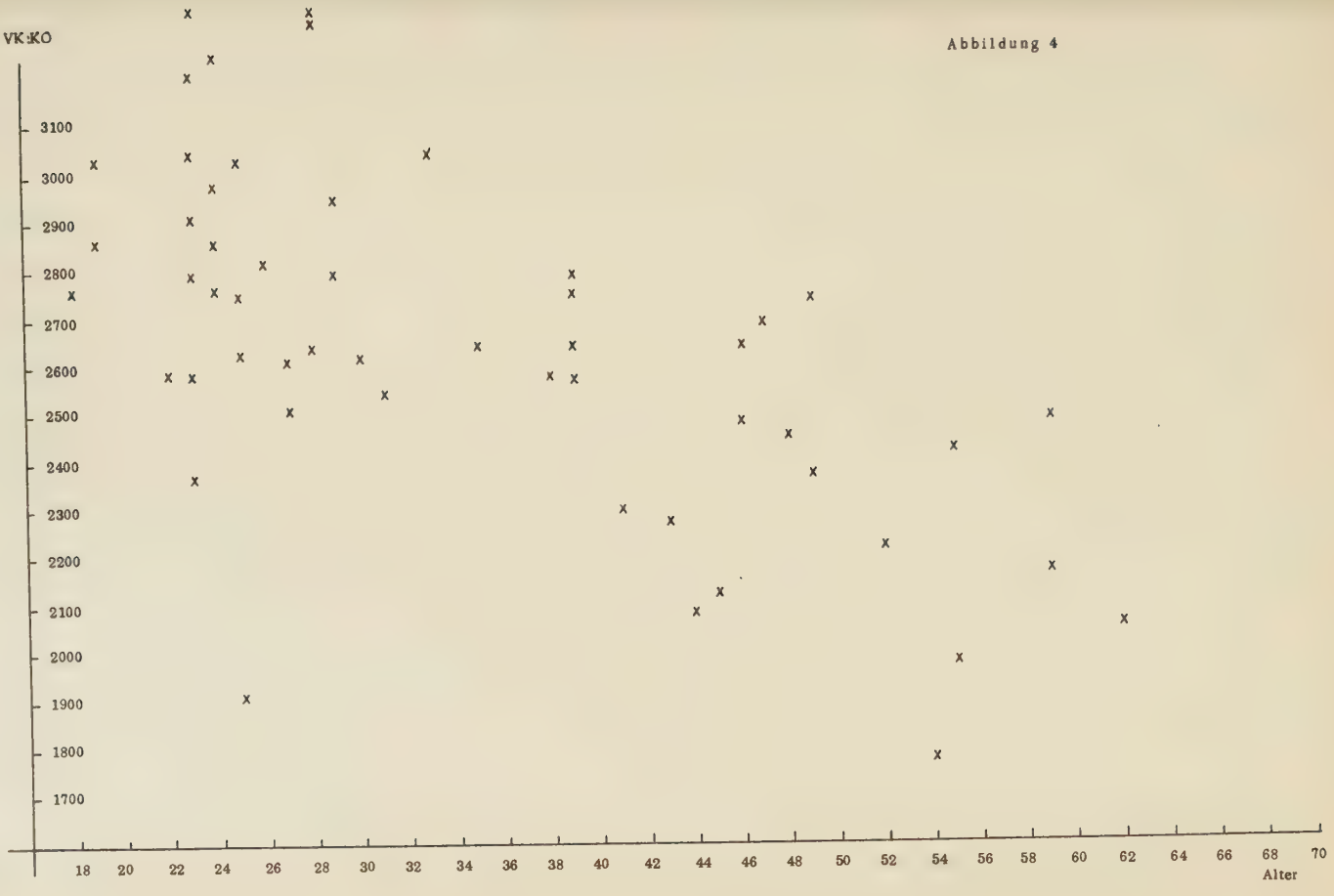
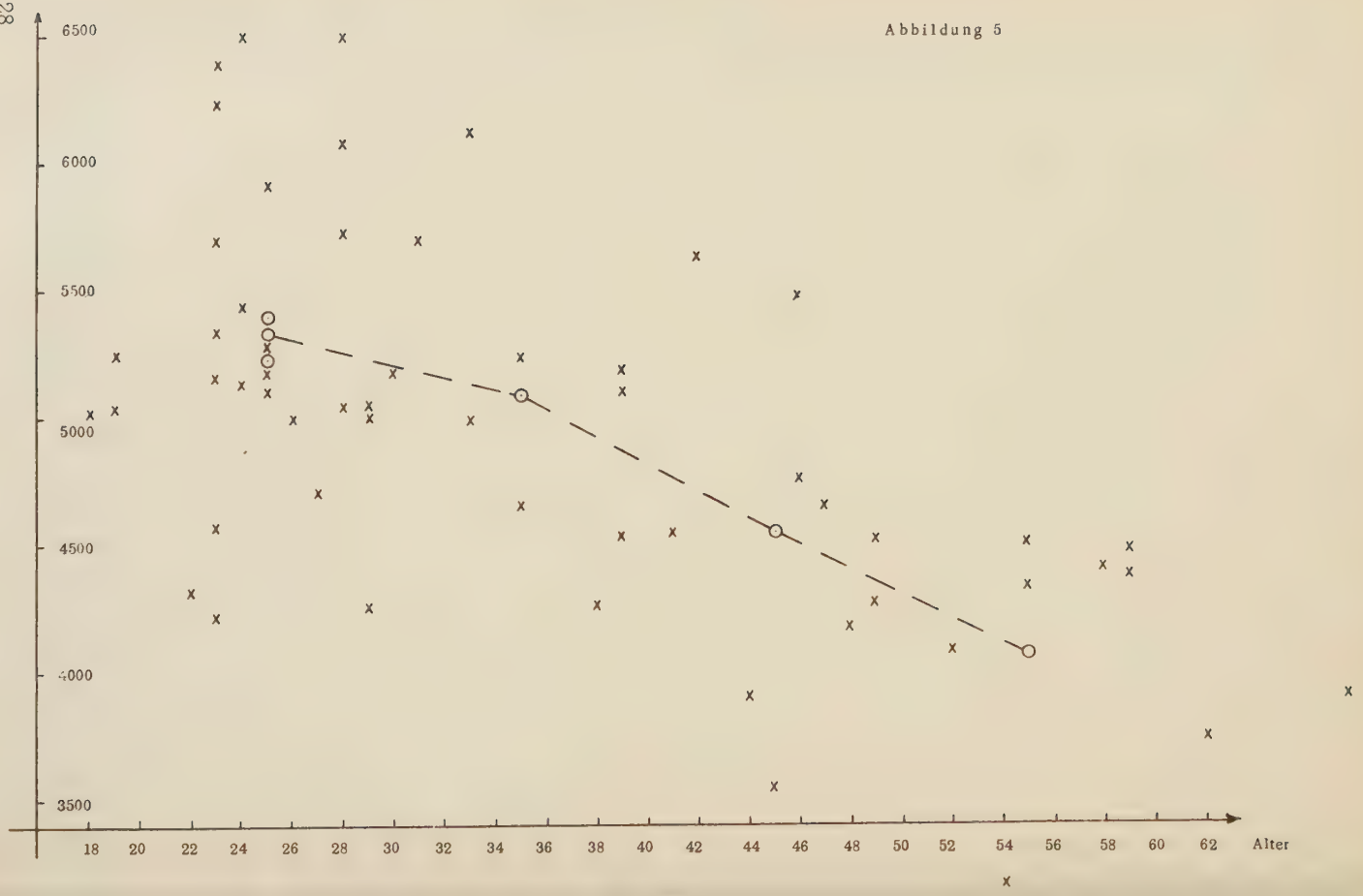

VK:KO
3100
3000
2900
2800
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70
Alter

Abbildung 4

Abbildung 5


6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
Alter

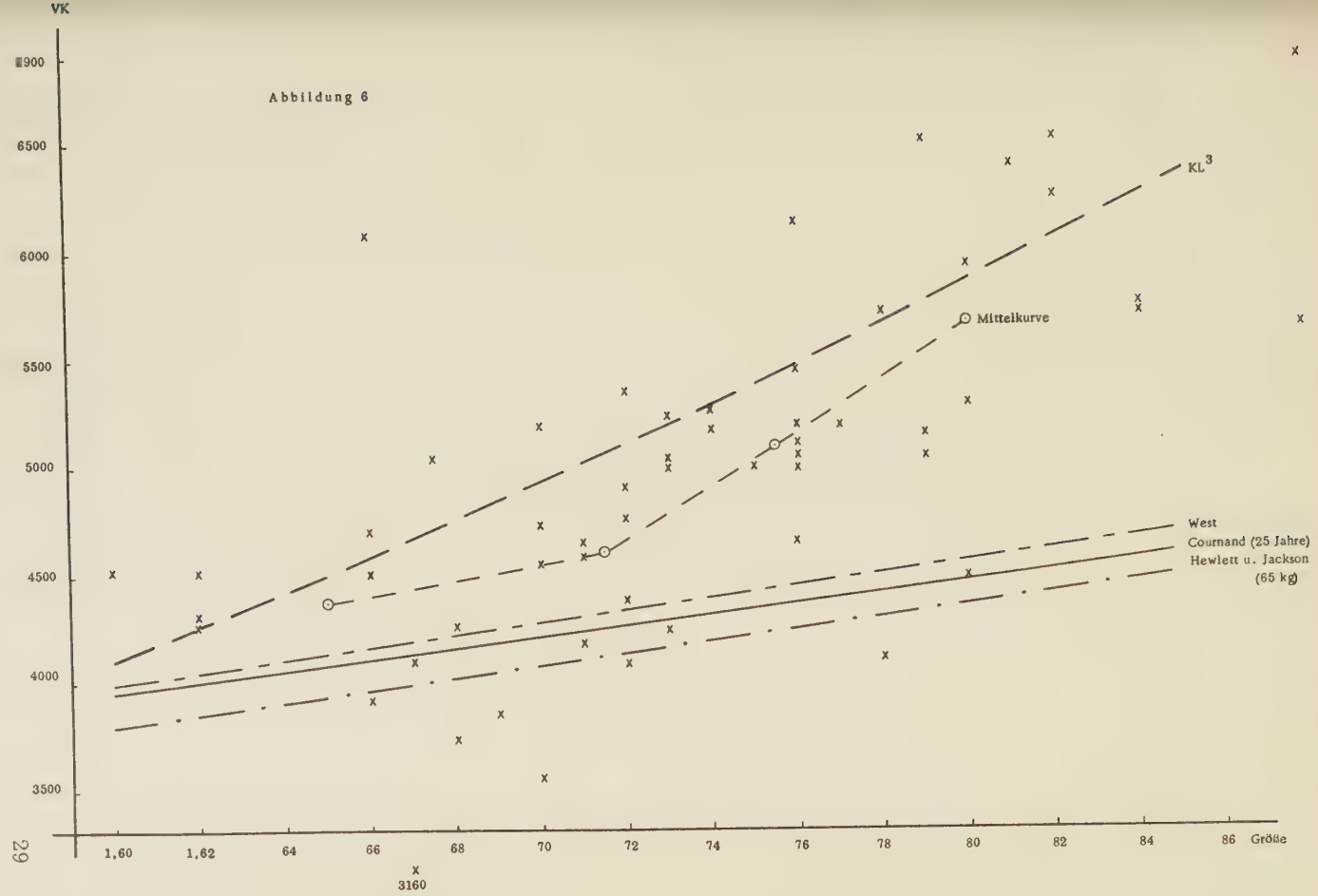
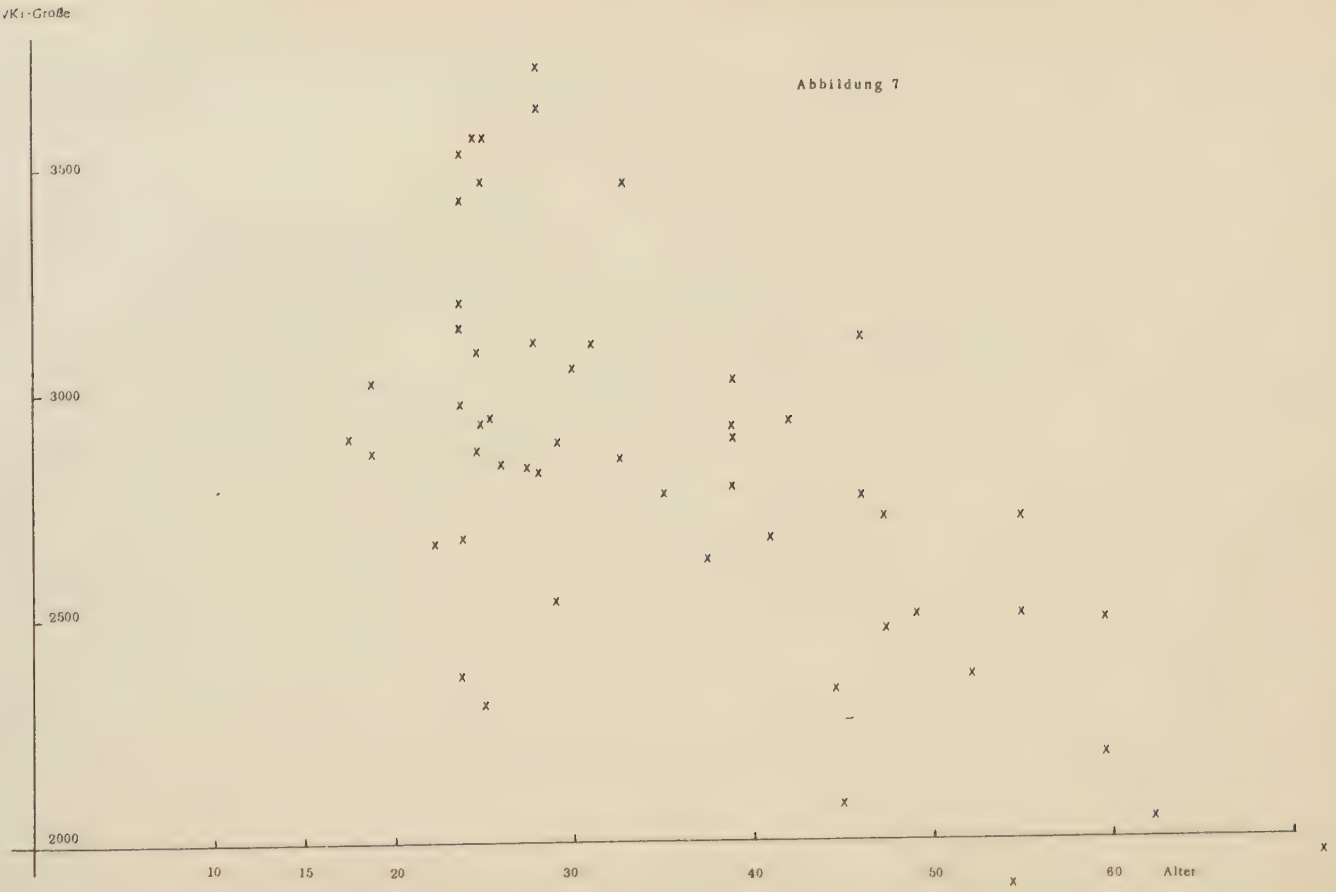

VK
Abbildung 6
6900
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
KL³
Mittelkurve
West
Cournand (25 Jahre)
Hewlett u. Jackson
(65 kg)
1,60
1,62
64
66
68
70
72
74
76
78
80
82
84
86
Größe
3160

Abbildung 7



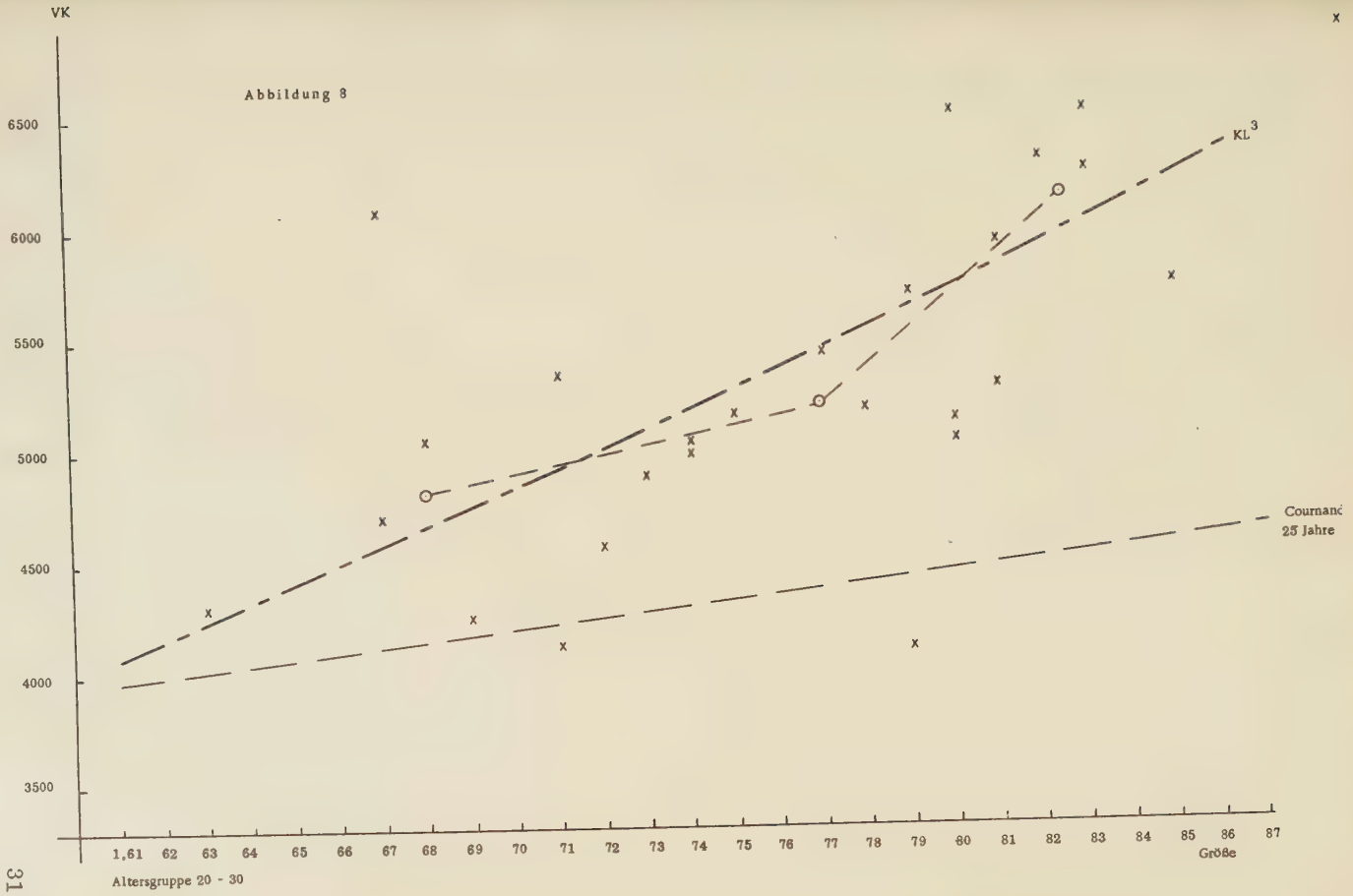
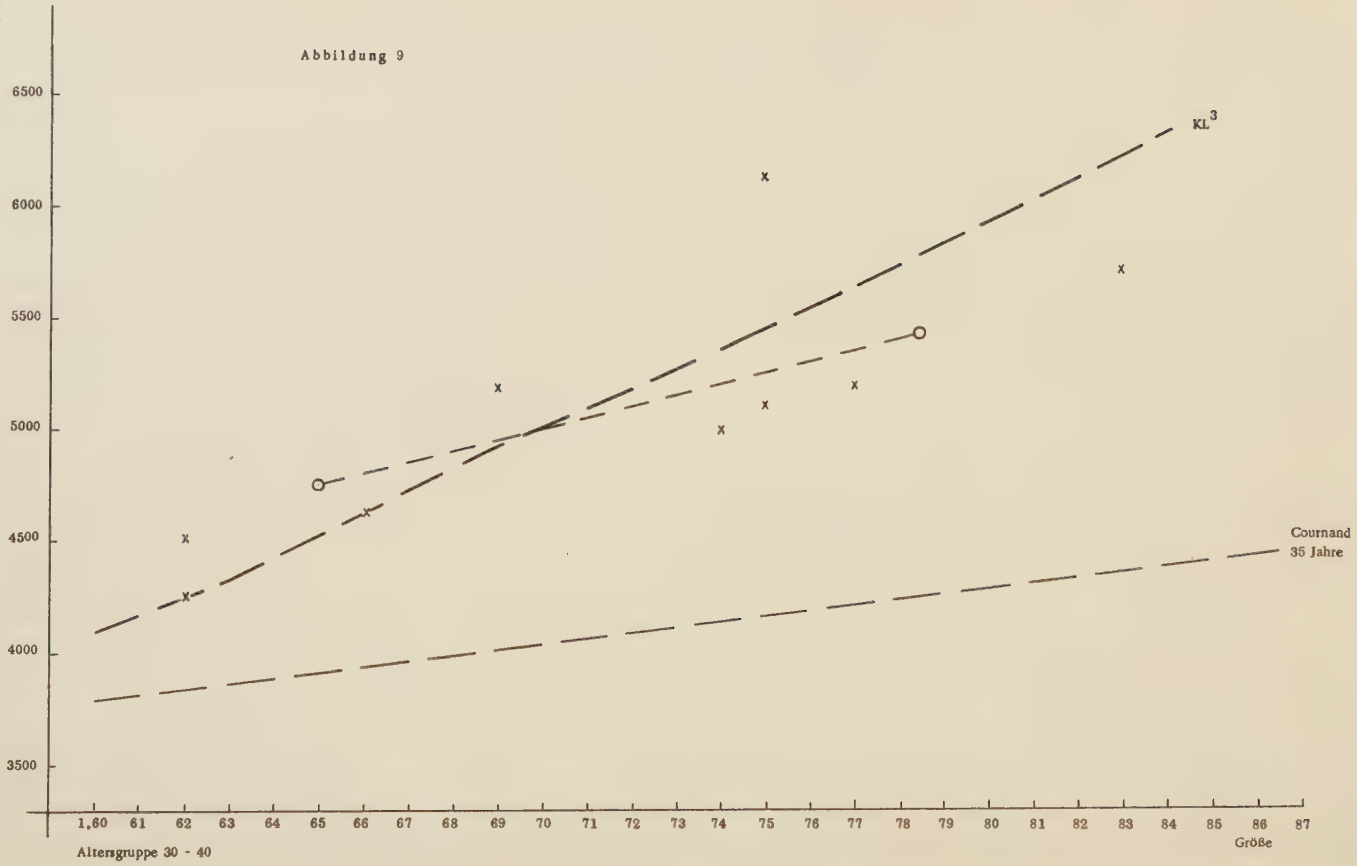

VK
Abbildung 8
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
KL 3
Cournand
25 Jahre
1,61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87
Größe
Altersgruppe 20 - 30

Abbildung 9


6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
KL 3
Cournand
35 Jahre
1,60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87
Größe
Altersgruppe 30 - 40

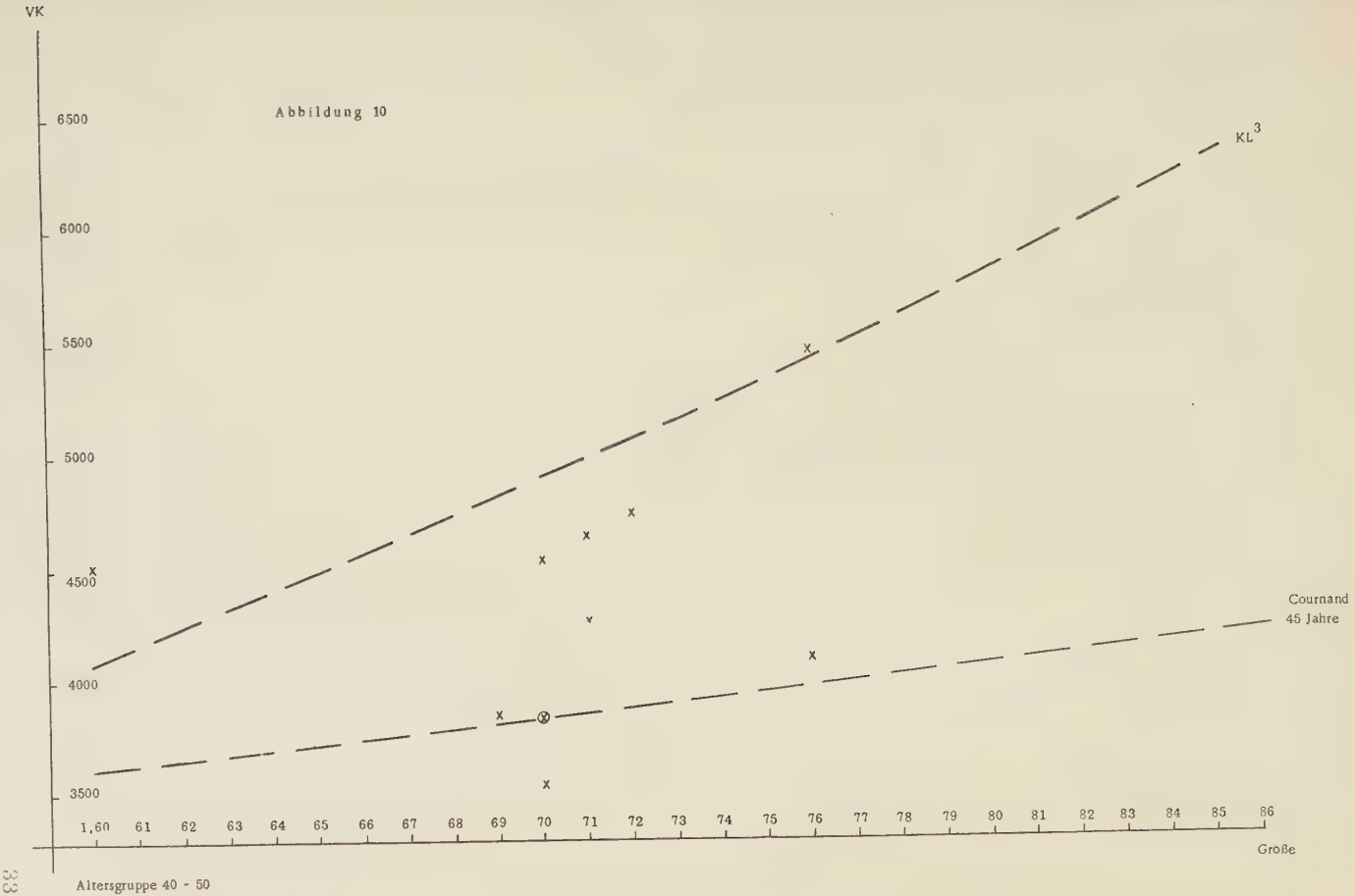

VK
Abbildung 10
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
KL3
Cournand
45 Jahre
1,60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86
Große
Altersgruppe 40 - 50

Abbildung 11

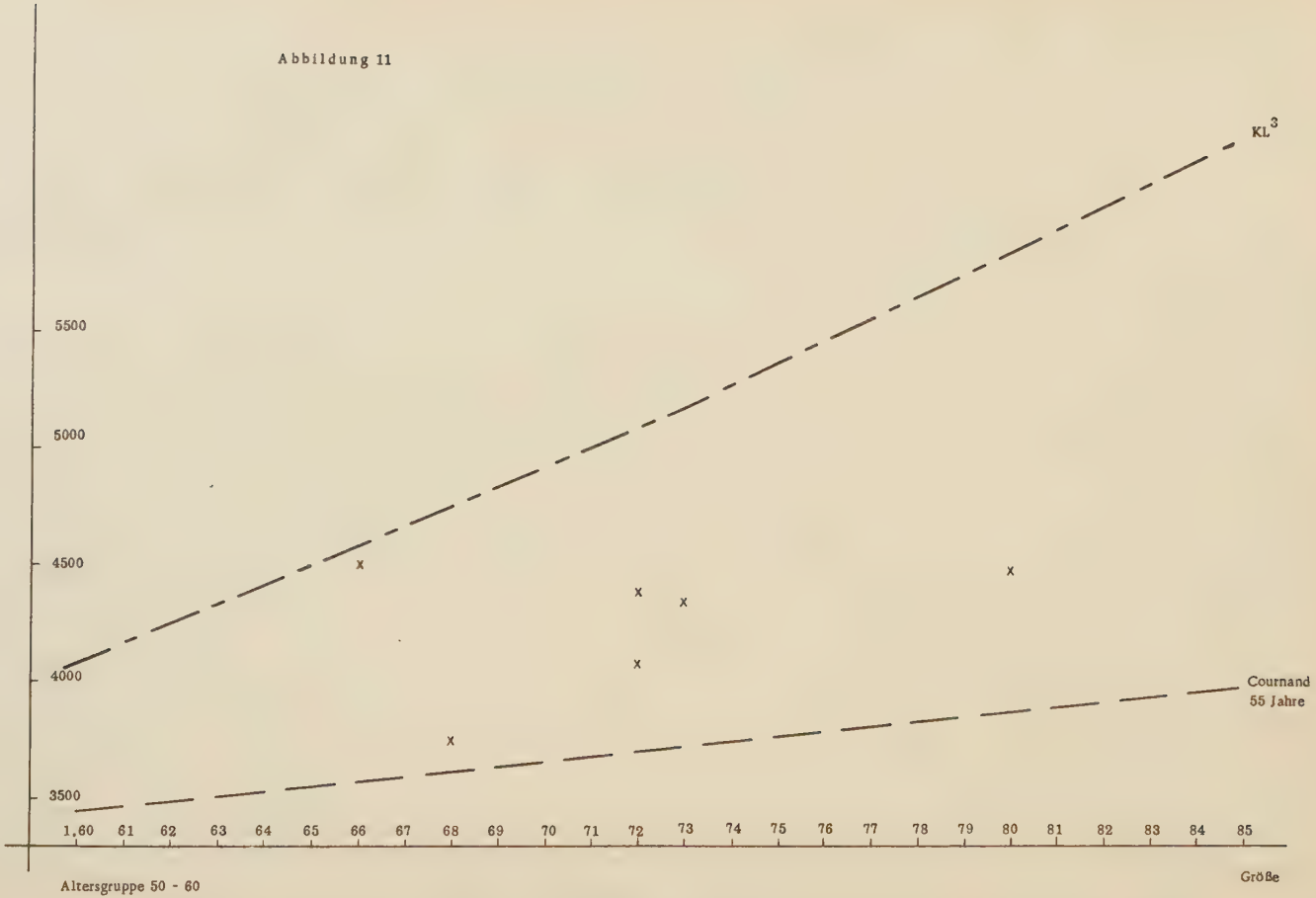
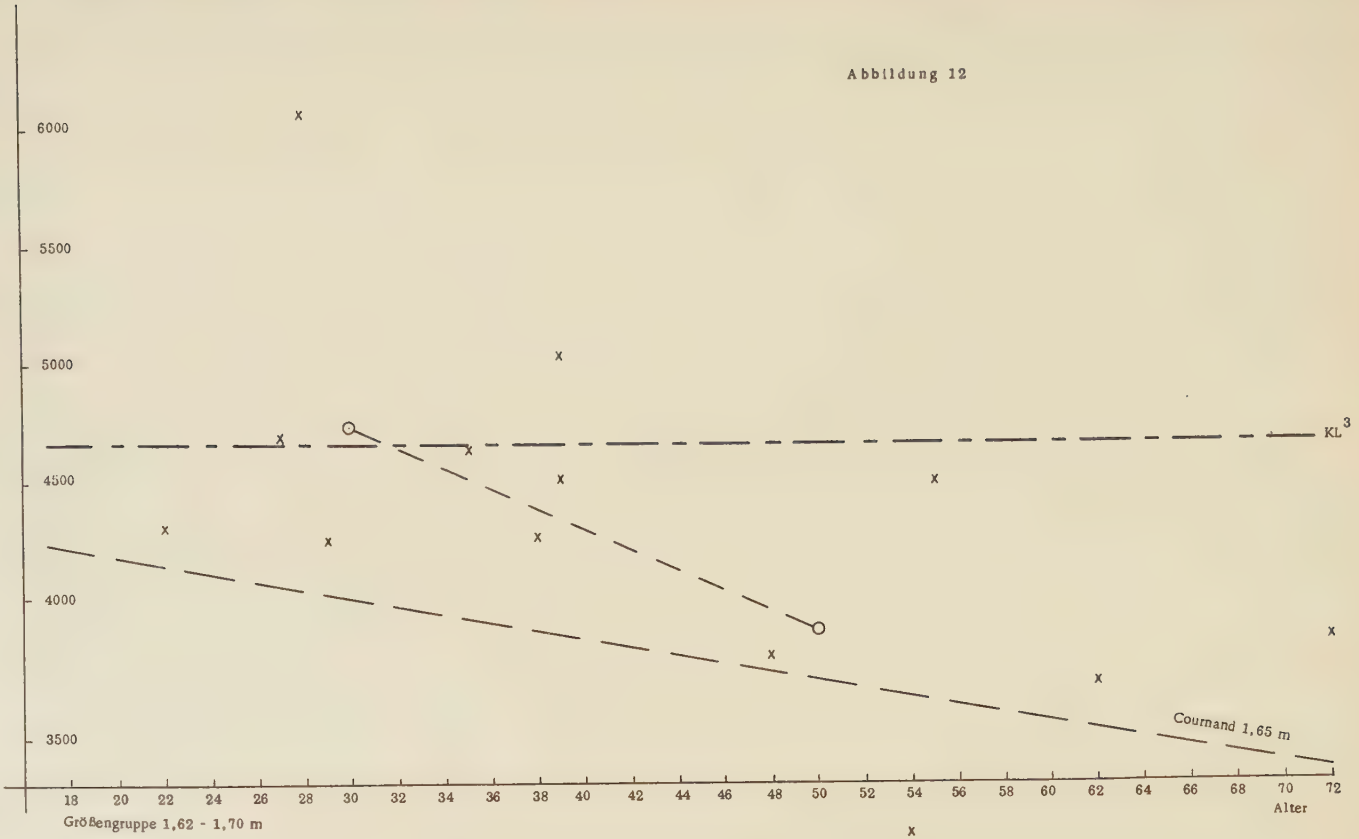


Abbildung 12



Größengruppe 1,62 - 1,70 m

Abbildung 13

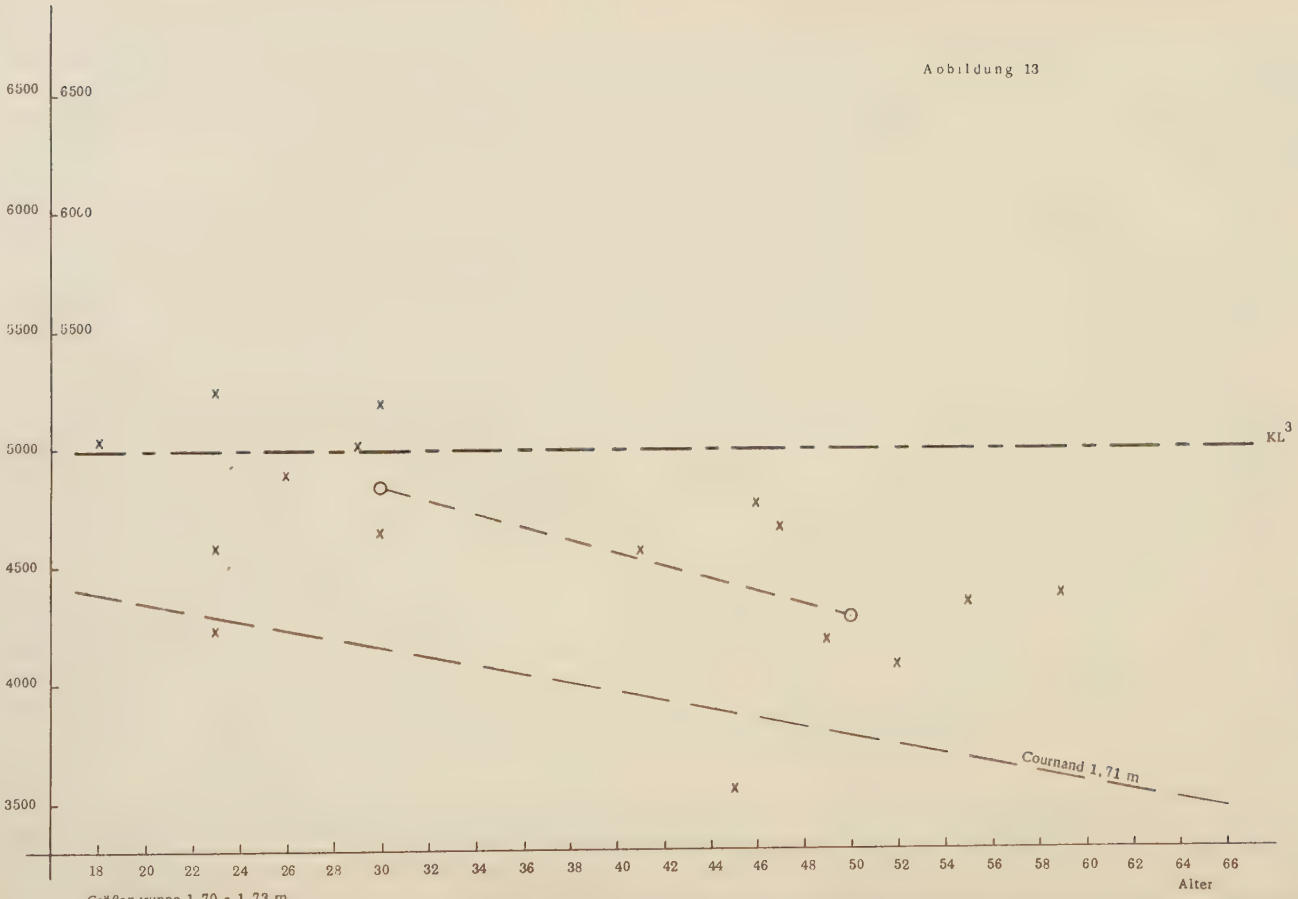
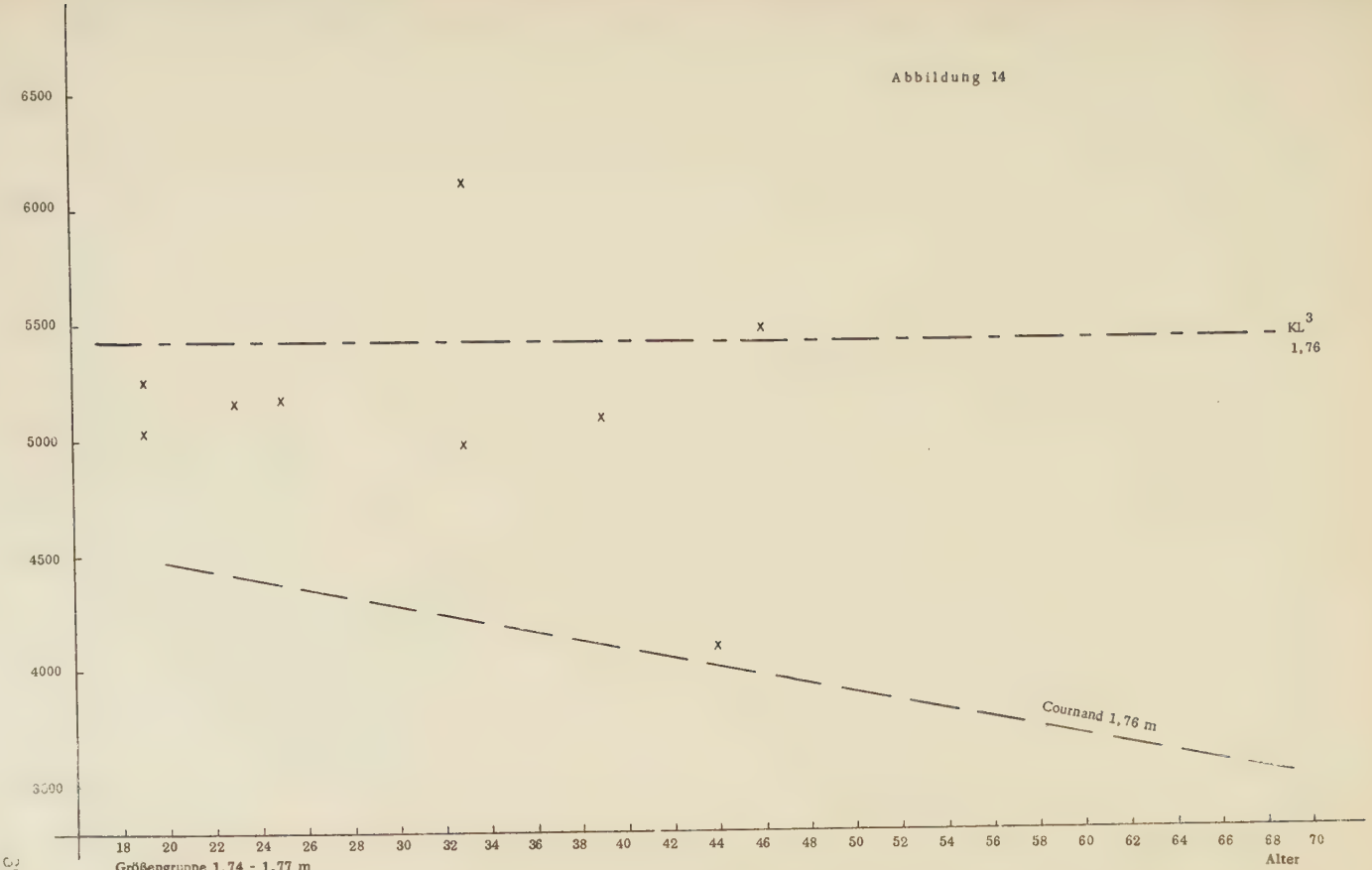
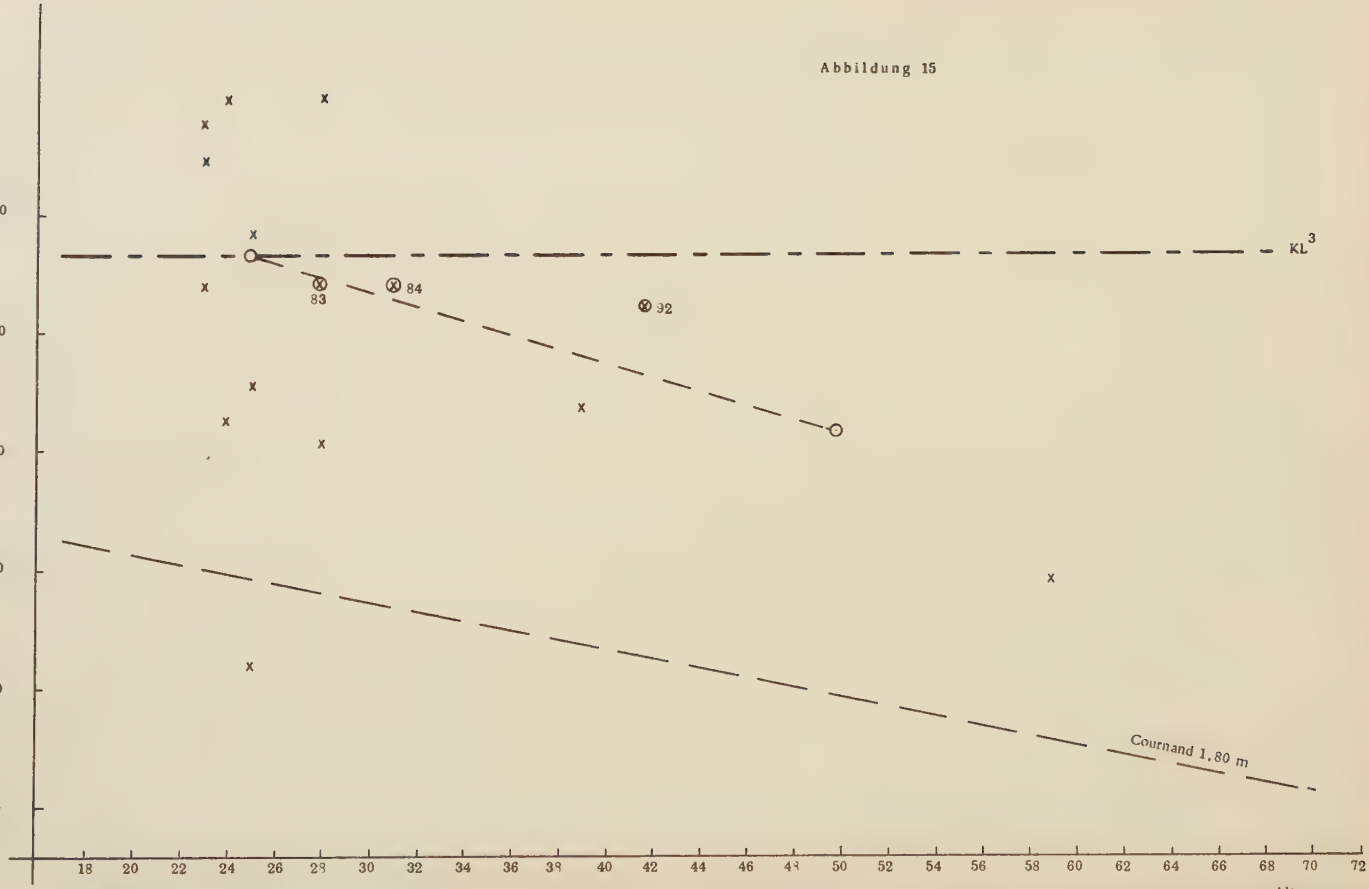


Abbildung 14



Größengruppe 1,74 - 1,77 m

Abbildung 15



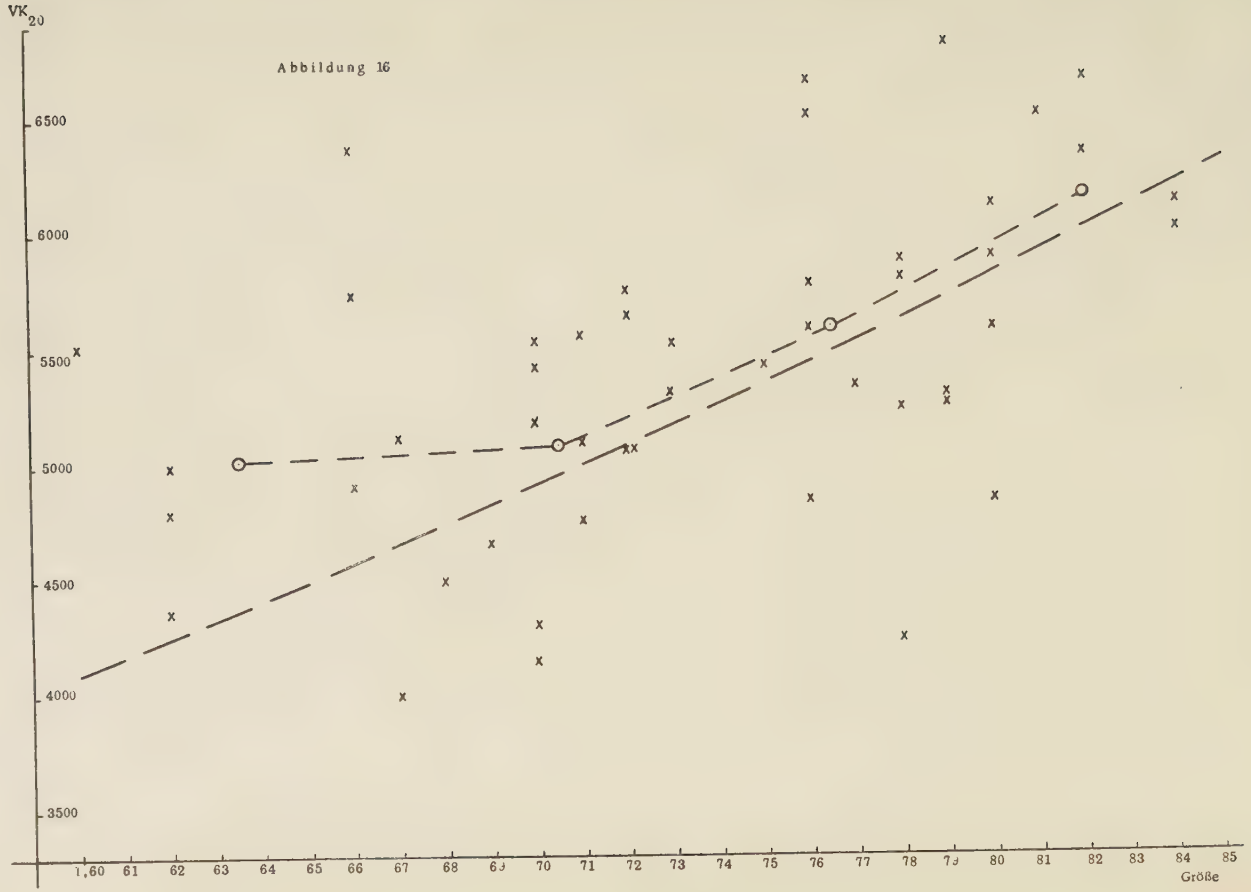
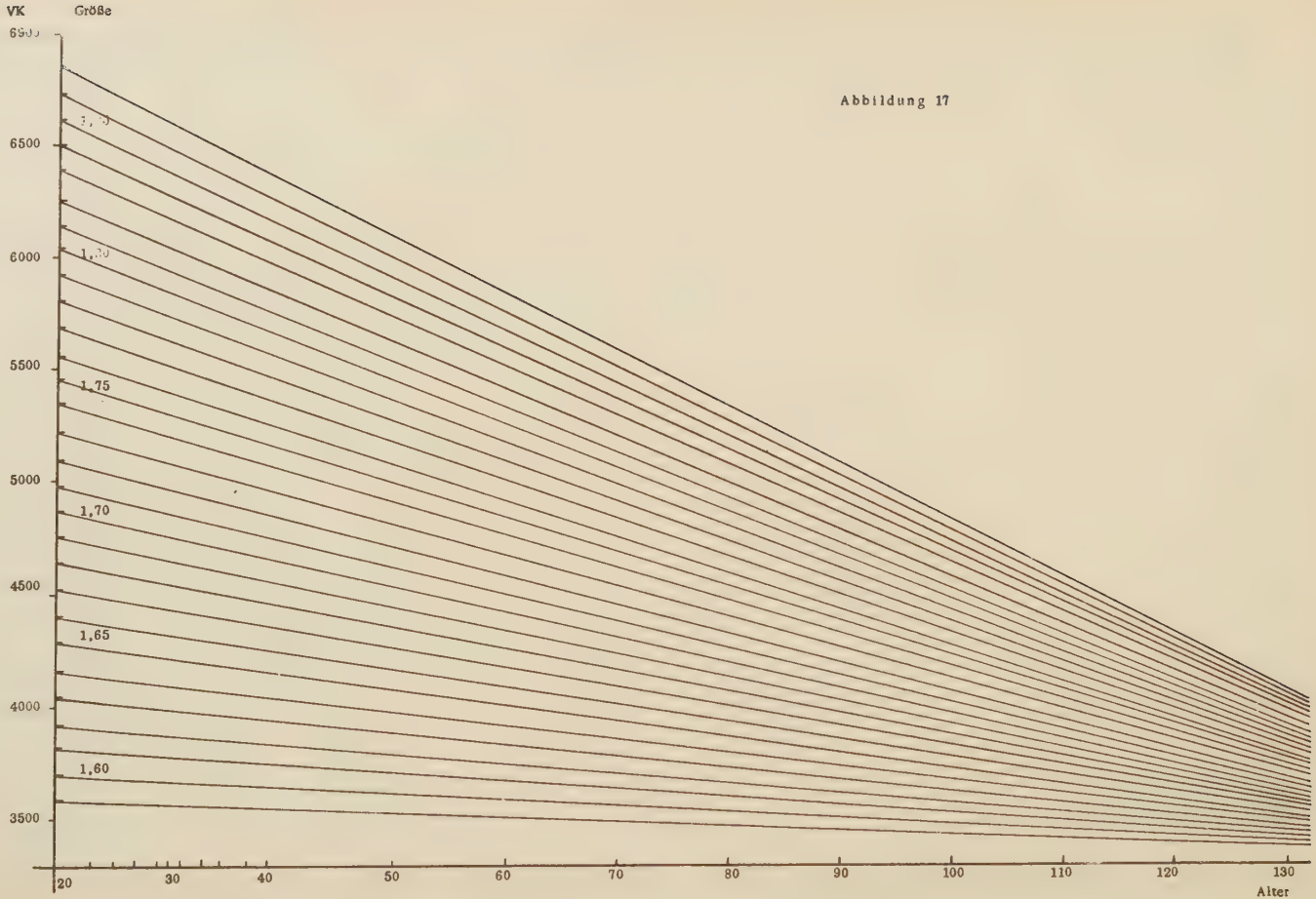


Abbildung 16

Abbildung 17



LEBENSLAUF

Am 12. Februar 1933 wurde ich als Sohn des Professors Dr. med. Walter Parrisius und seiner Frau Charlotte Parrisius, geb. Waldau, in Essen geboren, als vierter von sieben Geschwistern. 1939 trat ich in die Volksschule in Essen ein. Nach mehrmaligem Schulwechsel wurde ich 1944 in die Sexta der Oberschule in Naumburg aufgenommen. Von dort wechselte ich auf die Hermann-Lietz-Schule in Gebesee. Die Reifeprüfung legte ich an der gleichen Schule in Spikeroog 1954 ab.

Im gleichen Jahr begann ich mit dem Sommersemester mein Medizinstudium in Tübingen, wo ich zwei Semester verbrachte. Nach einem Semester in Kiel legte ich die medizinische Vorprüfung am 31. Oktober 1956 in Mainz ab. Drei meiner klinischen Semester verbrachte ich an der Universität München. Die letzten beiden klinischen Semester verbrachte ich wieder in Mainz, wo ich nach dem Sommersemester 1959 die ärztliche Prüfung bestand.

Seit Dezember 1959 bin ich als Medizinalassistent an der Medizinischen Poliklinik der Universität München tätig.